

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra městského inženýrství

**Tvorba a využití informačního modelu budovy zkušeben Stavební
fakulty VŠB – TUO**

**BIM Creation of laboratory building of the Faculty of Civil Engineering,
VŠB – TUO**

Student:

Matej Chrastina

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Ferko, Ph.D.

Ostrava 2018

Zadání bakalářské práce

Student: **Matej Chrastina**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3647R025 Městské inženýrství

Specializace: 11 Městské inženýrství

Téma: Tvorba a využití informačního modelu budovy zkušeben Stavební fakulty VŠB-TUO
BIM Creation of laboratory building of the Faculty of Civil Engineering, VŠB-TUO

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Práce se bude zabývat problematikou získání a zpracování dat v prostředí informačního modelování budov (Building Information modeling, BIM) a tvorbou komplexního 3D modelu ve vhodné úrovni detailu (LOD). Prvky budovy budou klasifikovány a model bude zpracován v náležitostech formátu pro OpenBIM s přidanými informacemi o prvcích. Dále bude popsán současný stav praxe v ČR a v zahraničí a vyhodnocení nedostatků při implementaci, transferu a provozu systému. Práce bude aplikována na vybraný objekt areálu Stavební fakulty VŠB-TUO.

Textová část práce bude obsahovat teoretická východiska problematiky BIM a životního cyklu staveb, dále bude popsána problematika výměny dat mezi fází realizační a fází užívání. Praktická část bude zaměřena na aplikaci agendy BIM na vybraný stávající objekt.

V práci bude vyhodnocen postup importů a převádění dat s popisem problematických etap a nedostatků, které lze pečlivou přípravou projektu eliminovat. Výstupem bude soupis doporučení pro komunikaci mezi účastníky realizace a užívání objektu.

Bakalářskou práci zpracujte v tomto rozsahu:

1. Rekapitulaci teoretických východisek vztahujících se k dané problematice v obecné poloze.
2. Popis jednotlivých dokumentací a dat, možností uchování a evidence
3. Popis problematiky transferu dat a dokumentů mezi realizační fází a fází užívání objektu

Výkresová část bude doplněna elektronickým formátem 3D modelu v openBIM formátu.

Formální i obsahové požadavky dále uvádí Interní předpis pro vypracování závěrečné práce (verze 2017.1, dostupné na oficiálním webu Katedry městského inženýrství).

Rozsah grafických prací: rozsah a náplň jednotlivých výkresů bude upřesněn v průběhu zpracování bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

- (1) Dana K. Smith, Michael Tardif: Building Information Modeling, A Strategic Implementation Guide, , Published by John Wiley & Sons, Inc. New Jersey 2009, ISBN 978-0-470-25003-7
- (2) Eastman, Ch. (2009) BIM Handbook, Johny Wiley & Sonc, Inc., ISBN 978-0-470-18528-5
- (3) ČERNÝ, M. a kol.: BIM příručka. 1. 1. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. 80 s. ISBN: 978-80-260-5297- 5.
- (4) <http://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1>
- (5) <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/about/bimactivities/>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Ferko, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2017

Datum odevzdání: 04.05.2018



doc. Ing. et Ing. František Kuda, CSc.
vedou

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne.....

.....

Matej Chrastina

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3 zákona č. 121/2000 Sb.)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne

.....

Matej Chrastina

Poděkování

Zde bych moc rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce za produktivní konzultace a užitečné rady, které mi pomohly při přípravě této práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří se svou troškou podíleli na vzniku této práce.

ANOTACE

CHRASTINA, M. Tvorba a využití informačního modelu budovy zkušeben Stavební fakulty VŠB – TUO. Ostrava, 2018. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra městského inženýrství, stran 56. Vedoucí práce Ing. Martin Ferko, Ph.D.

Hlavní téma bakalářské práce je informační modelování budov. V úvodní části je popsáno, co to je informační model a jak vzniká. Zmíněny jsou možné způsoby jeho využití v různých etapách výstavby a ve fázi užívání objektu. Teoretická část této práce vysvětluje pojmy a definice, které s informačním modelováním souvisí. Uvedeny jsou aktuální legislativní rámce a metodika, která se dotýká informačních modelů staveb. Praktická část se dále věnuje samotnému vytváření informačního modelu budovy Výzkumného a inovačního centra Moravskoslezského dřevařského klastru, která se nachází v areálu Fakulty stavební VŠB – TU v Ostravě. Model bude obsahovat nosné i nenosné stavební konstrukce, napojení objektu na síť technické infrastruktury, vnitřní rozvody TZB a zařízení objektu. Jelikož se jedná o objekt, který už je v provozu, model bude sloužit při správě objektu nebo jako podklad pro inventarizaci a pasportizaci po zbytek životního cyklu budovy.

Klíčová slova: Building Information Modelling, BIM – model

ANNOTATION

CHRASTINA, M. BIM Creation of laboratory building of the Faculty of Civil Engineering, VŠB – TUO. Ostrava, 2018. Bachelor thesis. VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, pages 56. Supervisor of the thesis Ing. Martin Ferko, Ph.D.

Main subject of the bachelor thesis is Building Information Modelling. It is described in the beginning what the Information Model is and how it is emerging. There are mentioned different ways of use in all phases of construction and using of building. Theoretical part of this thesis explain terms and definitions related with Information Modelling. There are stated actual legislative scopes, changes and methodology related to Building Information Modelling. Practical part of thesis is focused on creation Information Model of Laboratory building of the Faculty of Civil Engineering VŠB – TUO. Model will content building structures, technical infrastructure connections, internal distributions and equipment of the building. Because the building is already in operation, model can be used for facility management and as a foundation for inventorying and passportization for the rest of its life cycle.

Keywords: Building Information Modelling, BIM – model

Seznam použitého značení a zkratek

2D	dvourozměrný (X, Y)
3D	trojrozměrný (X, Y, Z)
4D	čtyřrozměrný
BIM	Building Information Modelling
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
CDE	Common Data Environment
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků
ČSN	Česká Technická Norma
DXF	Drawing Exchange Format
GDL	Geometric Description Language
IFC	Industry Foundation Clases
ISO	International Organization for Standardization
LOD	Level of development
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing
TZB	Technické zařízení budov

Obsah

1. Úvod	11
2. Definice BIM a základní pojmy	12
2.1 Proč BIM	13
2.2 Stavebnictví 4.0 a BIM	14
2.3 Implementace BIM do legislativy v ČR a EU	15
2.4 Multioborové využití BIM a interoperabilita	17
2.5 BIM Manažer	18
2.6 BIM software a GDL knihovny	19
2.7 BIM Level	21
2.8 Level of development	22
3. Benefity BIM projektování	23
3.1 Dokumentace stavby a BIM model	23
3.2 Vizualizace, simulace a detekce kolizí	24
3.3 Harmonogram výstavby a výkazy výměr	25
3.4 Správa objektu a energetické hodnocení	26
3.5 BIMcloud a Teamwork	27
4. Nedostatky BIM projektování	28
4.1 Výměna dat a autorská práva k modelu	28
4.2 Grafické normy	29
4.3 Časová náročnost	29
4.4 Nedostatečný zájem investorů a realizačních firem	30
4.5 Cena softwaru a odbornost	31
5. Tvorba informačního modelu	32
5.1 Urbanismus a architektonické řešení objektu	32
5.2 Popis použitého softwaru	33

5.3	Prostorové umístění projektu	33
5.4	Podzemní kolektor a spodní stavba	34
5.5	Nosné konstrukce a výplně otvorů	34
5.6	Stropní konstrukce, schodiště a zóny	36
5.7	Střešní plášť	38
5.8	TZB a napojení na sítě technické infrastruktury	40
5.9	3D řezy, vizualizace a spájení modelů	43
6.	Závěr.....	49
7.	Seznam použitých zdrojů.....	50
8.	Seznam obrázků	53
9.	Seznam příloh	55
10.	Seznam výkresů	1

1. Úvod

Technologie nás posouvá dopředu mílovými kroky ve všech odvětvích, a i když se stavební sektor technologickému fenoménu dlouho vyhýbal, moderní postupy a nové trendy pronikají i sem. Slova jako udržitelnost, efektivita, ekologie nebo Smart znějí z každé strany jako mantra. Logicky se tak zvyšují i nároky kladené na všechny fáze výstavby, od vzniku projektové dokumentace, přes realizaci stavby a její užívání, až po odstranění na konci životnosti.

Projektování ve 3D prostředí není ve stavebnictví žádnou novinkou, ale jako reakce na nové výzvy posledních let se na trhu objevuje nová generace stavebních softwarů. Umožňují nejen vytváření virtuálních modelů budov, ale současně vzniká i strukturovaná databáze složená z prvků, elementů, které mají v projektu své konkrétní umístění a funkci. Každý takový element je nositelem velkého množství informací, které se shromažďují a jejich systematickým skládáním vzniká BIM – informační model budovy.

I když si BIM zatím své pevné místo v praxi a legislativě pořád jenom hledá, už teď je jasné, že digitální transformace průmyslu nutí podniky a organizace po celém světě přehodnotit to, jak fungují a konkurují v 21. století. Selhání v procesu včasné adaptace může mít za následek, že podnik začne zaostávat za svými digitálně zdatnějšími konkurenty.

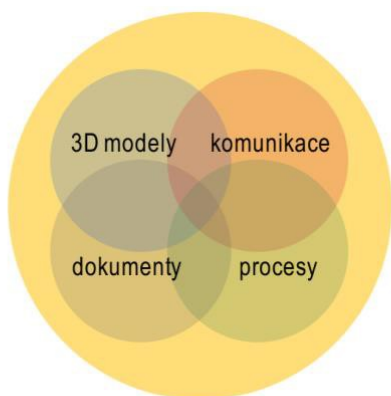
2. Definice BIM a základní pojmy

BIM a jeho český ekvivalent "informační modelování staveb" představuje komplexní proces vytváření a správy dat o stavbě během celého jejího životního cyklu. V rámci systému BIM vzniká digitální vícerozměrný model stavby, obsahující geometrické a popisné informace, který slouží jako otevřená databáze informací o stavbě pro její návrh, provedení, provozování a vzájemné propojení těchto etap. [2]

BIM může být vysvětlován jako digitální reprezentace fyzického objektu, ať už existujícího ve fyzickém světě, nebo jen zamýšleného. Ucelená a strukturovaná databáze informací napojená na stavební průmysl, aktivně využívaná a zveřejňována pomocí otevřených datových standardů. To umožňuje bezproblémovou integraci staveb nebo infrastruktury a vytváření dat o majetku a procesech životního cyklu zvyšuje hodnoty získané z investic do zastavěného prostředí. [1]

Další literatura uvádí že jde o vytváření hodnoty skrze spolupráci během celého životního cyklu budovy, zvýrazněný tvorbou, shromažďováním a výměnou sdílených 3D modelů a správně strukturovaných dat. [3]

Technickým srdcem celé metody BIM je společné datové prostředí (CDE – Common Data Environment), které v sobě zahrnuje všechny informace. [2]



Obrázek 1- CDE/BIM – Společné datové prostředí [Koncepce zavádění metody BIM v ČR]

I samotná zkratka BIM se dá vysvětlovat různými způsoby, přičemž každý z nich má vlastní definici a význam. Pracovní skupina BuildingSMART International zavedla tyto definice:

Building Information Modelling – *proces pro generování a využívání dat budovy nebo infrastruktury pro její návrh, výstavbu a provoz během celého životního cyklu.*

Building Information Model – *digitální znázornění fyzických a funkčních charakteristik.*

Building Information Management – *správa a kontrola celého procesu vzniku stavebního díla za pomoci zúžitkování informací v digitálním prototypu pro podporu sdílení informací.*

[18]

2.1 Proč BIM

BIM je ideálním katalyzátorem pro zlepšení poskytovaných projektů a spokojenosti koncových uživatelů. Díky jednoduché spolupráci mezi projektanty, lepší integrací mezi fázemi návrhu, výstavby a užívání, snížením plýtvání během výstavby a tím tak snížením celkových nákladů projektu a časových rámců má metoda BIM potenciál povznést společnost k větší produktivitě, kvalitnějším stavbám, přilákání talentů a k zisku nových zakázek. S rostoucím počtem vládních a komerčních organizací vyžadujících BIM přišel čas zvážit jeho implementaci. [1, 20]

Podle prognóz se informační modelování stane světovou normou pro realizaci veřejných infrastrukturních projektů, tedy v oblasti, kde dnes více než 90% světových projektů je předáno pozdě nebo překročí rozpočet. Ze statistik je dokázáno že momentálně některé projekty kreslíme 1.5x a stavíme až 2.5x. Z hlediska stupně digitalizace se stavební sektor v krajinách EU pohybuje na posledních místech. S vládní podporou tak díky zavedení metody BIM do dosud nedigitalizovaného sektoru stavebnictví bude stát jako dobrý hospodář za stejné peníze schopen postavit a udržovat více staveb než dosud. [28]

Sector	Overall digitalization	Digital spending	Digital asset stock	Transactions	Interactions	Business processes	Market making	Digital spending on workers	Digital capital deepening	Digitalization of work
ICT										
Media										
Profesionální služby										
Finance a pojištění										
Velkoobchod										
Pokročilá výroba										
Ropa a plyn										
Utility										
Chemikálie a léčivé přípravky										
Výroba základního zboží										
Hornictví										
Nemovitost										
Doprava a skladování										
Školství										
Maloobchod										
Zábava a rekreace										
Osobní a místní služby										
Vládní organizace										
Zdravotní péče										
Pohostinství										
Stavebnictví										
Zemědělství a myslivost										

Obrázek 2-Stav digitalizace v odvětvích [z prezentace – autor Paul Surin]

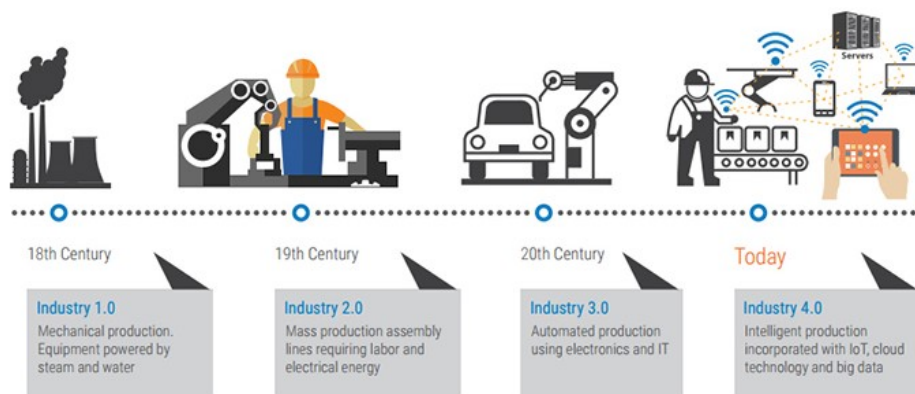
Rychlé tempo růstu světové populace způsobuje, že se do velkých měst stěhuje stále více lidí. Důsledkem jsou vyšší nároky kladené na nové zdroje, které ovšem nejsou k dispozici. Proto výstavba a správa budov by měli být efektivnější, riziko překročení nákladů na projekty zejména veřejné infrastruktury nižší a transparentnost využívání veřejných finančních prostředků vyšší. Úspora díky použití metody BIM se uvádí až na úrovni 20% z celkových nákladů na celý životní cyklus stavby. [16]

Z použití metody BIM můžou profitovat všichni účastníci stavebního procesu. Investor či majitel má o projektu podrobnější informace a kvalitnější klientský servis. Dodání stavby je rychlejší a méně rizikové, celková cena nižší. Dodavatelské firmy mají ulehčenou vzájemnou komunikaci, vznikají spojené dodavatelské systémy. Kolize a chybovost jsou už od projektu sníženy na minimum. Projektant má v projektu absolutní přehled a všechny informace o použitých konstrukcích, výkazy výměr jsou úplně přesné. Facility manager a uživatelé získají přehled o budově, zařízeních a technické infrastruktuře. [3]

2.2 Stavebnictví 4.0 a BIM

Evropská komise ve své průvodní správě k strategii pro digitalizaci evropského průmyslu uvádí, že je nutné nejen ve stavebnictví ale ve všech odvětvích a bez ohledu na velikost společnosti využívat naplno digitální příležitosti a zajistit si tak globální konkurenceschopnost. Průmysl se vyvíjí, a spíše exponenciálním než lineárním tempem,

tento vývoj svědčí o transformaci celého systému od výroby až po management. Momentem digitalizace by proto logicky mohlo být implementování BIM do stavebního sektoru. [4, 10]



Obrázek 3- Definice průmyslu 4.0 [www.bcmcom.com]

Stavebnictví jako by stálo stranou, v ČR i EU patří k odvětvím, kde produktivita práce roste jen velmi zvolna. Proto byla vytvořena a předložena "Výzva k zahájení systémových změn vyvolaných průmyslovou revolucí 4.0 ve stavebnictví", která obsahuje požadavky:

1. *Koncentrovat roztroušenou pravomoc v oblasti řízení investic a výstavby na jeden ústřední orgán, v jehož čele bude stát místopředseda vlády.*
2. *Provést kompletní rekodifikaci stavební legislativy, včetně změny kompetenčního zákona a kompetencí na úrovni krajů a obcí, při zajišťování veřejných stavebních investic i pro uplatňování územní regulace, povolování staveb a dohled nad výstavbou včetně nových postupů.*
3. *Prosadit úplnou elektronizaci procesu výstavby od projektové přípravy, rozpočtování, schvalování staveb, řízení výstavby a následnou správu budov a uplatnění těchto principů, zejména u veřejných stavebních zakázek zákonem. Zajistit potřebné rekvalifikace pro tento proces.* [12]

2.3 Implementace BIM do legislativy v ČR a EU

Veřejný sektor a zadavatelé veřejných zakázek jakožto největší klient stavebnictví mají značný vliv jako skupina, která je hybnou silou změny. Pro veřejný sektor se přínosy projevují jako hospodářské výhody, jako vyšší efektivnost veřejných prostředků během fáze realizace a vyšší kvalita veřejných statků a služeb během používání vytvořeného majetku. Pro tvůrce politik, kteří se zabývají výkonností stavebnictví, lze tyto hospodářské výhody

agregovat na celostátní úrovni s cílem podpořit vyšší úroveň produktivity a potenciál k hospodářskému růstu. [11, 25]

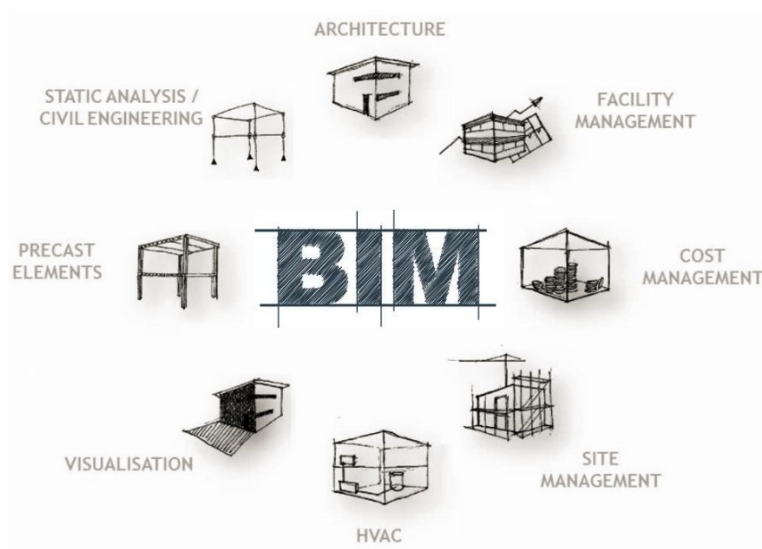
Ministerstvo průmyslu a obchodu se ke dni 1. 10. 2017 stalo realizátorem projektu „*Strategie zavedení metodiky informačního modelování staveb pro potřeby veřejných zadavatelů*“. Projekt řeší mimo jiné i fragmentaci veřejné správy a hlavním cílem je vytvoření jednotného metodického prostředí, jehož prostřednictvím bude zajištěno předávání kompletních informací o veřejných stavbách a v nich použitých stavebních výrobcích (založené na informačním modelování staveb) a tím i efektivní využívání finančních prostředků ve veřejné správě, optimalizace daných procesů a bude zajištěn způsob zjednodušení administrativy v této oblasti. Od roku 2018–2027 běží Plán postupného zavádění BIM v ČR, aby tato metoda mohla být běžně a efektivně využívána. Klíčovým termínem uváděným v materiálu je 1.1. 2022. Na tento rok je plánováno uložení povinnosti použití BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce financované z veřejných rozpočtů. [2]

Evropská normalizace položila základ v oblasti tvorby norem pro BIM převzetím už platných mezinárodních ISO norem. Ty jsou postupně přebírány i jednotlivými členskými státy, v současnosti už i v ČR existují platné normy vztahující se k BIM:

- ČSN ISO 22263 *Organizace informací o stavbách – Rámec pro správu informací o projektu*
- ČSN ISO 16354 *Obecné zásady pro znalostní a objektové knihovny*
- ČSN ISO 12006-2 *Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách*
- ČSN ISO 12006-3 *Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Rámec pro objektově orientované informace*
- ČSN ISO 16739 *Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu*
- ČSN ISO 29481-1 *Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Metodika a formát*
- ČSN ISO 29481-1 *Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Rámec pro vzájemnou spolupráci*
- ČSN P ISO-TS 12911 *Rámec pro návody na informační modelování staveb (BIM)*

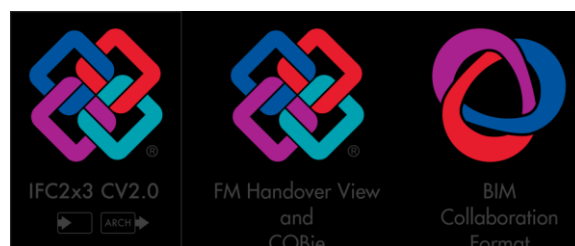
2.4 Multioborové využití BIM a interoperabilita

Navrhování, realizace a provozování stavby je týmová činnost. K centrálně sdíleným informačním modelům může najednou přistupovat více projektových přispěvatelů, čehož výsledkem je lepší projektová koordinace, která pomáhá omezit kolize a předělovky. [3]



Obrázek 4-Interoperabilita v procesu BIM [www.thebimhub.com]

BIM je proces, který podporuje spolupráci mezi obory a tato spolupráce je zajištěna použitím společného jazyka. BuildingSMART vyvinula společnou mezinárodní normu pro openBIM – Industry Foundation Classes (IFC). Definiuje ho jako neutrální datový formát pro popis, výměnu a sdílení informací, které se obvykle používají v stavebním sektoru a Facility managementu. [21]



Obrázek 5- Logo organizace [www.buildingSMART.com], Obrázek 6- Loga formátu IFC[www.ifcwiki.com]

Otázku interoperability ve stavebnictví nelze vyřešit bez souboru pravidel a zásad pro klasifikaci požadavků na informace. Problémy jsou prohloubeny složitostí stavebních informačních modelů, širokým spektrem odborností, rostoucím množstvím aplikací v oblasti počítačového softwaru a rozdílnými řídicími postupy. I to je důvod proč formát IFC stojí před dvěma výzvami:

1. *Zajistit datovou strukturu, která je schopná splnit informační požadavky zúčastněných oborů.*

2. *Podpora implementace datové struktury, která přesahuje rozsah aplikací typických pro danou doménu.*

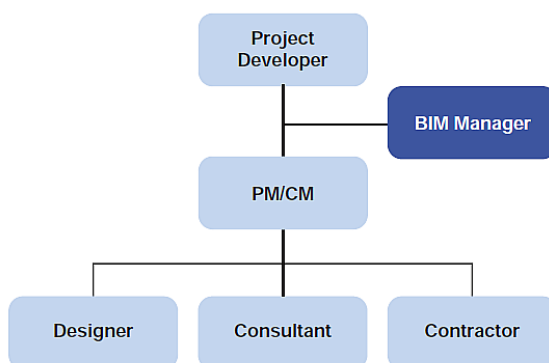
IFC se jako mezinárodní standard musí vypořádat nejen s různými jazyky a kulturními zvyklostmi, i dodavatelé softwaru musí umožnit svým produktům čtení a zápis formátu IFC. Pro opakovatelnost a spolehlivost by tato interoperabilita měla podporovat smluvní výměny. Po plné implementaci by měl být každý software plně schopen vyměňovat požadované informace pro konkrétní proces. [23]

Neexistuje přístup, nebo BIM strategie, která by byla vhodná pro všechny. Každý si musí přizpůsobit využití individuálním potřebám, potřebám těch, s nimiž spolupracuje a specifickým cílům projektu tak, aby nedocházelo k plýtvání, frustraci a nedostatečnému přijetí do budoucna. [3]

Samozřejmě lze interoperabilitu dosáhnout i bez standardizace za předpokladu, že budeme akceptovat to, že se každý projekt bude řídit vlastními pravidly. V dnešní době, kdy je kladen vysoký důraz na efektivnost a správné nakládání s daty v životním cyklu budovy, je však takový stav nepřijatelný. [10]

2.5 BIM Manažer

Role BIM manažera může být chápána jako evoluce CAD manažera, tedy osoby, která je nejschopnějším uživatelem CAD softwaru v týmu. Stará se o to, aby byly výkresy konzistentní a odpovídali standardům, hlídá procesy a data a zároveň dělá strategická rozhodnutí ohledně osvojení metodiky BIM v celém podniku. [14]



Obrázek 7- Pozice BIM Manažera v organizační struktuře[www.thebimhub.com],

Tím, jak se úlohy stávají komplexnější, jednotlivci a společnosti přecházející na BIM metodu musejí být schopné koordinovat a pracovat s těmi, kteří na to nejsou připravení. Proto nejen model samotný ale i lidé potřebují někoho, kdo zajistí integritu a správné používání. Taková změna v průmyslových normách vyžaduje novou roli BIM Managera, který bude působit jako ústřední bod pro všechny aktivity související s BIM v rámci projektu. V současnosti se BIM Manager obvykle stará jen o model, ale měl by být odpovědný i za určení správného BIM procesu, vybírat vhodné IT prostředí, kontrolovat, aby smluvní podmínky odpovídali BIM přístupu a v neposlední řadě vést, trénovat a vzdělávat personál. [14]

BIM je systémová inovace v AEC sektoru, která má dopad na všechny aspekty průmyslu, nejde jen o přijetí určité technologie. Nejde jen o zdokonalování procesu navrhování budov a výstavby, poskytuje příležitost prozkoumat projekční postupy z pozice BIM managera a zvážit úplně nové koncepty. [1]

2.6 BIM software a GDL knihovny

Variabilita použitelnosti BIM přispívá k tomu, že vzniká obrovské množství aplikací a softwarů. BIM to ale není Revit, ArchiCAD ani Tekla, jsou důležitou součástí BIM řešení ale hlavně jsou to nástroje pro modelování. BIM software ale není jen o tom, musí taky být schopný vytvářet, přidávat, upravovat, prohlížet, mazat a používat informace. [1]

Důležitou součástí procesu jsou i aplikace užívané za účelem podpory informačního modelování. Tradiční aplikace pro kreslení, renderování, psaní specifikací nebo nástroje pro analýzu jsou potenciálně BIM aplikacemi, pokud jsou data z nich integrované do databází. [3]

V současnosti je na trhu celá řada produktů, které nabízejí možnost vytvořit komplexní informační model projektu. Liší se hlavně specializací a tím na kterou část, nebo fázi projektu jsou zaměřeny.



Obrázek 8-Interoperabilita nejvíce užívaných BIM aplikací [www.bimsoft.com]

BIM software simuluje skutečné stavební procesy a budovy jsou virtuálně modelovány z knihovních prvků, ty mají v souborové struktuře projektu příponu *.gsm – pro jeden prvek nebo *.lcf – pro celou knihovnu. Mezi knihovní prvky patří například sloupky, trámy, desky, stěny, okna, dveře, nábytek, zeleň, technologické zařízení ale třeba i popisové bubliny. Tyto prvky jsou po vložení do projektu nezávislé a nemohou tedy ovlivňovat jiné prvky projektu. [24]

Důležité je, aby každý informační model obsahoval co možná nejpodrobnější data o objektu. Většina softwarů užívaných ke tvorbě BIM modelů má svoji vlastní knihovnu prvků, ze které můžeme čerpat objekty tvořící součást stavby. Mnoho z těchto prvků funguje na platformě nazvané Smart Parts, technicky jsou to parametrické CAD objekty, které lze velmi jednoduše upravovat. Podle nastavení uživatele následně vygenerují 2D symbol, který se zobrazuje v půdorysech v detailu podle zvoleného měřítka a 3D model s přesnými parametry. Když prvky obsahují parametry obecného datového formátu IFC, tedy jsou zařazené v rámci IFC standardu popisují například jejich fyzikální nebo mechanické vlastnosti. Po exportu modelu do IFC jsou tyto prvky označeny a správně použity při další práci i v jiném softwaru. [4, 24]

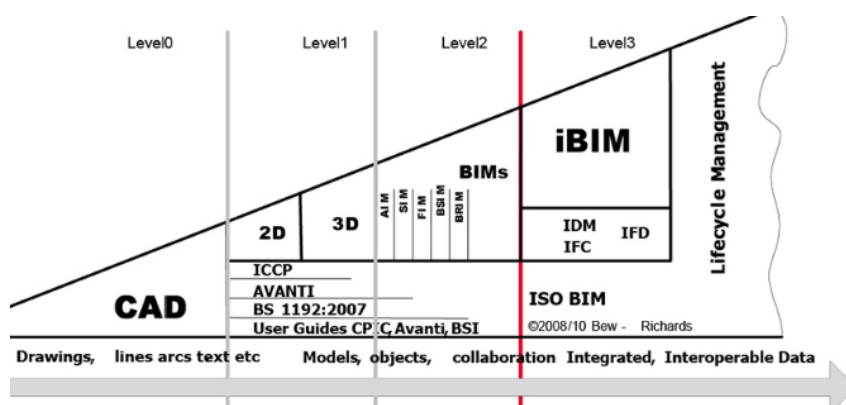
Uživatel má ale omezené možnosti nastavení jednotlivých prvků a kritérií, pohybuje se tedy mezi mantinely, které určil výrobce konkrétního prvku. S jejich pomocí lze vytvořit nebo nainportovat již hotové prvky GDL nebo soubory programu Google SketchUp. Vytvořit si své objekty může jakýkoliv uživatel, kdy podrobnost a možnosti nových prvků

jsou odvislé od znalostí uživatele. Tvorba prvků je kombinací modelování ve 3D prostoru, na které navazují parametrické skripty. K jejich programování slouží programovací jazyk SmartPart Script.

Z toho vyplývá že objekty se dělí na obecné a konkrétní. Obecné prvky mají prakticky neomezené možnosti nastavení parametrů od tvorby vlastních materiálů po nastavení libovolných velikostí. Naopak konkrétní prvky výrobců stavebních dílů mají parametry omezené dle technických možností výroby, ale uživatel má jistotu, že vložený objekt je možné sehnat nebo vyrobit. [24]

2.7 BIM Level

Koncept BIM levelů je akceptovaná definice kritérií kladených na strukturu informačního modelu. V některých krajínách je již v současnosti stanovena minimální úroveň pro vypracování projektů financovaných z veřejných zdrojů. Toto opatření bylo přijato primárně z důvodu snižování odpadu ve stavebnictví. Nepovedené práce, nesrovnalosti, chyby a neefektivnost zásobovacího řetězce jsou hlavní důvody vzniku tohoto odpadu. Je předpoklad že v budoucnosti tento postup převzme i veřejný sektor. [1, 13]



Obrázek 9-Grafické vyjádření BIM Levelů [www.thebimhub.com]

Level 0 – neorganizovaný CAD, výkres v papírové nebo elektronické formě.






Level 1 – organizovaný 2D, 3D CAD za použití správného názvosloví a sdíleného rozhraní.

Level 2 – 3D prostředí řízené modelovým uspořádáním v samostatných disciplínách s připojenými daty ve společném datovém prostředí (tzv. CDE)

Level 3 – plně otevřená integrace procesů a dat umožněna webovými službami v souladu s nově vznikajícími IFC/IFD standardy, které spravuje modelový server pro spolupráci. [28]

2.8 Level of development

Level of development lze popsat jako doporučení, které umožňuje odborníkům ve stavební praxi přesně specifikovat a jasně naformulovat danou spolehlivost informačního modelu stavby v různých fázích návrhu. LOD stanovuje měřítko zpracování stavebního elementu z hlediska jeho ocenění a původně byl využíván při sestavování stavebních rozpočtů. Časem se však tento koncept začal vztahovat na všechny formy použití informačního modelu od energetických analýz až po 6D programování. [13]

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
(Pouze data označená červeně jsou použitelná)				
				
Koncept (prezentace)	Návrh	Dokumentace	Konkrétní výrobek	Facility management
POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 700 HLOUBKA: 450 VÝŠKA: 1100 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 100	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 700 HLOUBKA: 450 VÝŠKA: 1100 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 200	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 700 HLOUBKA: 450 VÝŠKA: 1100 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 300	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 685 HLOUBKA: 430 VÝŠKA: 1085 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 400	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 685 HLOUBKA: 430 VÝŠKA: 1085 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 01/07/2015

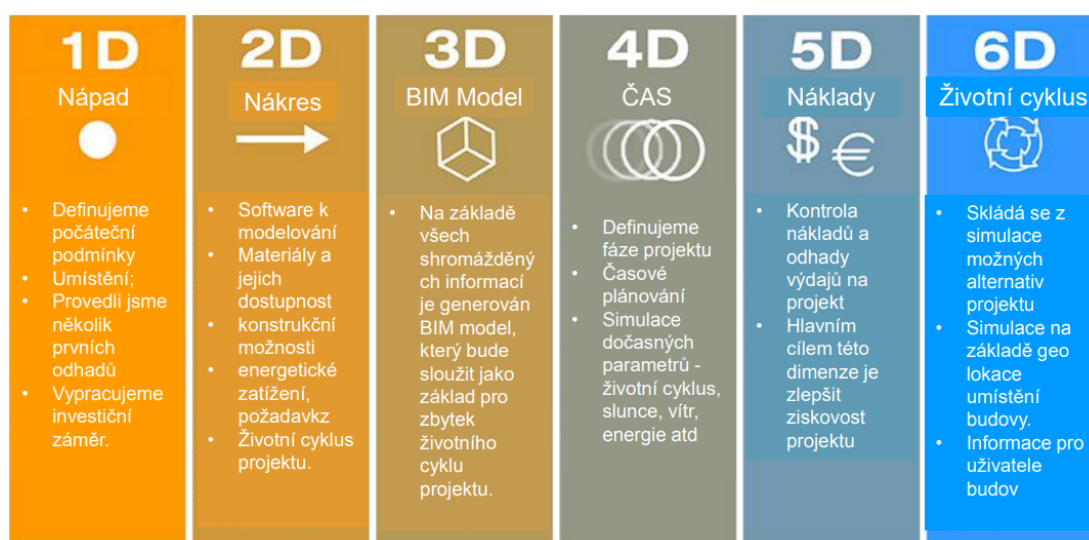
Obrázek 10-Grafické vyjádření LOD na BIM objektu [www.bimfo.cz]

Projekt ale v různých fázích stavebního řízení obsahuje celou řadu elementů, které mají různou úroveň LOD. Proto není logické vyžadovat informační model o konkrétní hodnotě, víc, než to je důležité určit, které kategorie v modelu mají mít jakou informační rozpracovanost. Kvůli absenci závazné vyhlášky, která by LOD přesně definovala je tak informační a grafická propracovanost BIM modelu a elementů v něm závislá především na dohodě se zhotovitelem zakázky. [4, 13]

Problém je, že nepřemýšlíme nad tím, co, kdo a kdy od BIM modelu požaduje ve skutečném životě. Každý z účastníků potřebuje rozdílné informace, velmi specifický typ a množství v různých časových úsecích stavebního procesu. Proto je nutné nalézt způsob, jak vytvářet a poskytovat BIM data efektivněji, který bude vycházet ze skutečných potřeb v konkrétním čase a v odpovídajícím množství pro každého účastníka procesu. [28]

3. Benefity BIM projektování

BIM se dá aplikovat na velké množství základních předdefinovaných oblastí a obsáhnout je v jednom projektu všechny je téměř nemožné a v některých ohledech i kontraproduktivní. U velkých infrastrukturních projektů se v praxi už dnes využívá benefitů BIM projektování. Možnost spojení prostorových dat z geografických informačních systémů a informačních modelů staveb, které jsou pak použité k různým simulacím přispívá k efektivnějšímu navrhování a ve výsledku i kvalitnějším projektům. Mimo velké infrastrukturní projekty se BIM pokládá za samozřejmost i při navrhování velkých průmyslových a výrobních staveb a areálů, kde je kladen velký důraz na efektivní správu objektů. [11]



Obrázek 11-BIM a jeho aplikace v průběhu životního cyklu projektu [www.bimfo.cz]

3.1 Dokumentace stavby a BIM model

Co se týče dokumentace v celém životním cyklu stavby, její grafická a obsahová struktura je dána Vyhláškou č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb.

Typy dokumentací:

1. Dokumentace pro vydání rozhodnutí o změně využití území
2. Dokumentace pro vydání rozhodnutí o změně vlivu užívání stavby na území
3. Společná dokumentace pro vydání společného územního rozhodnutí a stavebního povolení
4. Stavební deník a jednoduchý záznam o stavbě

5. Projektová dokumentace podle stupně řízení:

- ❖ Architektonická studie
- ❖ Dokumentace pro územní rozhodnutí
- ❖ Dokumentace pro stavební povolení
- ❖ Dokumentace zadání stavby
- ❖ Dokumentace pro provedení stavby
- ❖ Realizační dokumentace stavby
- ❖ Dokumentace skutečného provedení stavby
- ❖ Dokumentace bouracích prací

Správně strukturovaný BIM model dokáže okamžitě odhalit i drobné nesrovnalosti mezi jednotlivými vrstvami stavby, které se pak nepřenesou do výkresové dokumentace. 3D model, půdorysy, řezy i pohledy jsou odvozovány z jedné databáze a každá změna se ihned projeví i v příslušném výkresu. Stavební dokumentace obsahuje polohu i tvar všech konstrukcí, to v kombinaci s tím že jsou popsány a specifikovány znamená výrazný pokrok v podrobnosti dokumentace. [3, 19]

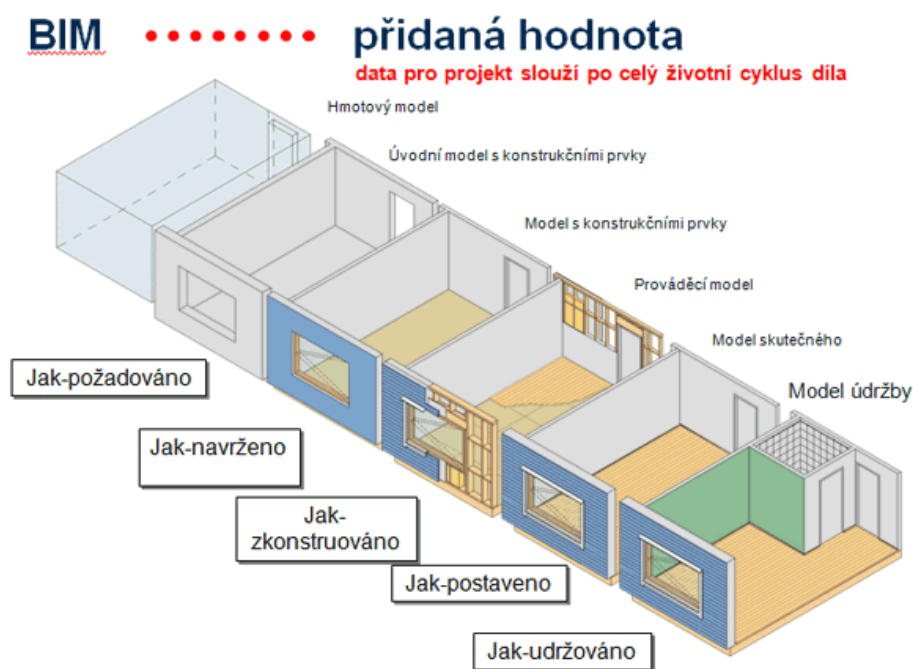
Výsledkem správně vytvořeného informačního modelu je tedy možnost vytvářet různé typy dokumentace pro jakýkoliv účel a v jakékoliv životní fázi stavby. Možnost vytvářet tuto dokumentaci z informačního modelu zálohovaného v PC nebo na cloudu odbourává potřebu skladování této dokumentace ve fyzické podobě a umožňuje neustálý přístup k ní všem účastníkům procesu.

3.2 Vizualizace, simulace a detekce kolizí

BIM aplikace se vyvinuly do bodu, kdy můžou být efektivně užívány pro vizualizování hmoty přidáváním různých materiálů, povrchových úprav, odrazivostí, textur a barev, tím tak umožňuje projektantovi rozhodnout se pro vizuální kritéria projektu. [4]

Pomocí 3D modelů se vytváří působivé vizualizace, které pomáhají efektivněji prezentovat záměr návrhu vlastníkům projektu a členům týmu. Získáme přehled o tom, jak budou dané barvy nebo materiály na skutečném objektu vypadat. V neposlední řadě vizualizace pomáhá lepší představě o stavbě, nebo složitějších technologických celcích. Tím, jak roste dostupnost helem pro virtuální realitu, stává se z nich obchodní nástroj a pomůcka pro komunikování návrhu. Klienti často nejsou schopni si uvědomit prostorové vztahy a rozměry z pouhého 2D návrhu nebo 3D modelu. [25]

Detekce kolizí patří k těm nejpřínosnějším funkcím v oblasti BIM projektování. Nalezené kolize mezi modelovanými konstrukcemi jsou v modelu graficky označeny, projektant má tak přehled o místech, které budou vyžadovat zvláštní pozornost nebo alternativní řešení. Geometrická kvalita projektu se dá prověřit až do detailů, můžeme dopředu identifikovat kolize mezi různými objekty, nebo předcházet případným kolizím s existující technickou infrastrukturou a vyhnout se tak stresovým rozhodnutím přímo na staveništi. [8, 17]



Obrázek 12-Vývoj BIM modelu v čase [www.cegra.cz]

3.3 Harmonogram výstavby a výkazy výměr

Využitím BIM modelu je možné v aplikaci nasimulovat stavební harmonogram, vytvořit časový plán a naplánovat logistické procesy na staveništi. Dají se tak v předstihu odhalit případná zdržení a časové kolize jednotlivých pracovních postupů. Správnou časovou koordinací prací lze dosáhnout zvýšení kvality a bezpečnosti pracovníků na stavbě.

Pomocí výkazu výměr, který vychází z informačního modelu lze kontrolovat výkazy zpracované a dodané projektantem nebo výkazy zpracované a kontrolované v předvýrobní přípravě projektu. Získáme tím tak přehled o skutečném objemu použitého materiálu oproti předpokládanému. S těmito informacemi je pak pro zhotovitele stavby mnohem jednodušší vytvářet plány pro dodávky stavebních materiálů a efektivnější finanční plánování. [2]

3.4 Správa objektu a energetické hodnocení

BIM nástroje umožňují vlastníkům a provozovatelům stavebních objektů plánování kapitálových investic nebo vést přehlednou evidenci celkových nákladů na celý životní cyklus budovy. Jsme spotřební společnost, a provoz budov nás stojí mnohem víc nákladů než samotná výstavba, je nutné, aby tato fáze byla co nejvíce efektivní a ekonomicky výhodná.

Propojení informačního modelu budovy s CAFM softwarem je komplexním řešením pro správu movitého i nemovitého majetku, lidských zdrojů, dokumentací, kontrol plánování a dalších procesů, které se vztahují k provozu budov. Facility manager, který má k dispozici pečlivě udělaný model budovy má tak přístup ke skutečným informacím a datům o budově a všech prvcích které obsahuje. [2]

S efektivním a ekonomickým provozem budovy je pevně spjatá i její energetická úspornost. Snižování energetické náročnosti budov, trvale udržitelný rozvoj a ochrana životního prostředí jsou společenskými prioritami. Do stavebnictví se tyto snahy promítají v podobě certifikačních systémů hodnocení budov, které zvyšují atraktivitu staveb. Použitím metody BIM a simulováním skutečných podmínek dokážeme už ve stádiu přípravy objektu ovlivnit ty nejdůležitější aspekty na které se při certifikaci bere ohled. Dopad na okolí, použité materiály, kvalita vnitřního prostředí a uživatelské kvality nutné pro efektivní práci, spotřeba vody a energie, odpadové hospodářství nebo uhlíková stopa budovy. [26]

3.5 BIMcloud a Teamwork

BIMcloud je rozšířená verze pro týmovou spolupráci na BIM modelech. Efektivně propojuje týmy a projekty různých velikostí pod jednu střechu bez ohledu na jejich fyzickou adresu. Při výměně velkého množství dat a při připojení více vzdálených týmů narážíme na technické limity, které ale BIMcloud boří rozšiřováním serverových prostředků a nadstandardní konektivitou. Umožňuje rozšiřování systémových prostředků vertikálně a horizontálně – tedy připojit do systému celé nové stanice, které pracují paralelně. Díky dalším aplikacím se může do prostředí Teamwork projektů zapojit prakticky kdokoli. Systém umožňuje obousměrně zasílat textové zprávy, anotace výkresů nebo výřezy 3D modelu, fotografie ze stavby nebo zprávy vázané na konkrétní prvky v modelu.

The BIM Cloud



Obrázek 13-Princip fungování BIM Cloudu [www.slideshare.net]

4. Nedostatky BIM projektování

I když jsou benefity, které sebou proces BIM do projektu přináší nesporné, pro objektivnost je nutno zmínit i problematické oblasti jako nekompatibilita mezi partnery, absence univerzálních standardů a právních rámců, vysoké náklady na software a nedostatek odborníků.

4.1 Výměna dat a autorská práva k modelu

Ve stavebnictví se na zakázce zpravidla podílí řada různých společností a profesí, které si mezi sebou potřebují efektivně vyměňovat data. Nicméně žádná počítačová aplikace není schopna podporovat všechny úkoly spojené s navrhováním a realizací budov. Výsledkem je potřeba přenášet data mezi různými aplikacemi. V prostředí 2D CAD k takové výměně dat slouží formát *DXF*. V oblasti BIM navrhování se k výměně dat používá mezinárodně uznávaný a běžně používaný formát *IFC* (Industry Foundation Classes). Ten je vyvíjen a udržován neziskovou organizací *buildingSmart*.

Mezinárodní přesah projektů je v dnešním globalizovaném světě stále častější, a proto se v souvislosti s formátem IFC prosazují hodnoty jako otevřenost a neutralita. I navzdory těmto snahám však uživatel často naráží na problémy, které souvisejí s exportem projektu z jedné aplikace do druhé. Hlavní příčina spočívá v tom, že stavební sektor je obrovský a značně roztržštěný. Každý výrobce softwaru používá primárně vlastní formát, který slouží pro ukládání a zálohování dat. Formát IFC je jen další alternativou a jednotlivé BIM aplikace mají rozdílné nastavení exportu a importu tohoto formátu.

Uživatel, který očekává 100 % kompatibilitu mezi platformami, tak doplácí na marketingové strategie softwarových společností, které vydávají stále nové produkty a novější verze programů. Avšak BIM programy a aplikace, které neumožňují opakovatelný import, export a sdílení dat bez ztráty informací postrádají smysl.

Dalším problémovým aspektem sdílených modelů je jeho vlastnictví. Předmětem autorského práva je jen autorské dílo, tedy jedinečný výsledek tvořivé duševní činnosti autora vnímatelnými smysly. Pro určení, jestli je informační model budovy předmětem autorského práva, je potřebné zkoumat, jestli splňuje jeden ze základních znaků díla – jedinečnost. [8]

V případě informačního modelu jde o systematicky uspořádaný soubor údajů grafického a negrafického charakteru, ve většině případů obsahující i díla ve smyslu Autorského zákona. Je však nutné mít na zřeteli osobitosti BIM modelu, na základě toho není možné použít všechna zákonná ustanovení. Proto je potřebné práva k němu dostatečným způsobem vymezit smluvně. [8]

4.2 Grafické normy

Je jasné, že pokud nejsme ničím tlačeni, většinou dobrovolně nepodstupujeme žádnou změnu, což se týká i způsobu práce na projektech ve stavebnictví. Státní správa není pružná a mnoho lidí ve skutečnosti nechce spolupracovat, pokud k tomu nejsou přinuceni.

V České republice stejně jako všude po světě vzniklo mnoho iniciativ a organizací které prosazují implementaci závazných pravidel pro BIM do legislativy. Technologie ale v tomto případě předběhla legislativu, protože právní důsledky vycházející z jejího používání nebyly doposud pevně ukotveny.

Například možnost předkládání BIM při procesu povolování staveb se nedostalo ani do poslední novely stavebního zákona. Hlavním důvodem je nepřipravenost stavebních úřadů, a to jak z hlediska technického vybavení, tak z hlediska lidských zdrojů. [19]

Jednoznačně je tu potřeba elektronizace výměny dat. Hlavní animozita současnosti a zdroj největší pracnosti – snaha o vytvoření reálného 3D obrazu budoucí stavby, její komponentů, ceny a současně požadavek na expedování 2D papírové dokumentace v grafických normách nastavených na ruční rýsování musí skončit. Jinak se budeme stále motat v kruhu pracnosti a neefektivity. [5]

4.3 Časová náročnost

Předpokládat že s BIM nástroji budeme rychlejší je jen velmi omezený pohled na celou problematiku. Úspora času se neprojeví ve stádiu projektové přípravy, ale až v dalším průběhu projektu, a především na jeho konci, kdy se objekt začne užívat. U metodiky BIM je více práce přesunuto na začátek procesu při navrhování stavby. Úspora pak nastane při tvorbě samotné dokumentace, kterou lze zvládnout díky provázanosti údajů v modelu v kratším čase.

I navzdory nesporným výhodám BIM k němu investoři pořád přistupují opatrně. Největší problém je v tom, že každý investor u projektu tlačí hlavně na čas, a přitom si neuvědomuje důležitost přípravy. Chápu ji jako zbytečnost, která jen komplikuje život. [17]

V případě, kdy o BIM uvažujeme komplexně, ve smyslu koloběhu architekt – profese – rozpočtář – investor – stavba – užívání budovy, je to komplikovanější. Nejdřív třeba definovat noty, pravidla hry, jinak to selže na kompletně odlišných představách a požadavcích každé strany. A pravidla třeba dodržovat, aby vložené úsilí nevyšlo vniveč. [6]

4.4 Nedostatečný zájem investorů a realizačních firem

Nedostatek příležitostí pro implementaci BIM je způsobený i nezájmem ze strany investorů, ti častokrát neznají výhody, které sebou tato metoda přináší. Je nutný proaktivní přístup a osvěta na tuto téma i mimo projekční a architektonické kanceláře. Pro české investory je BIM zatím nákladná a nepotřebná věc, která je komplikována nejasnými definicemi rozsahu BIM v jednotlivých stupních projektu.

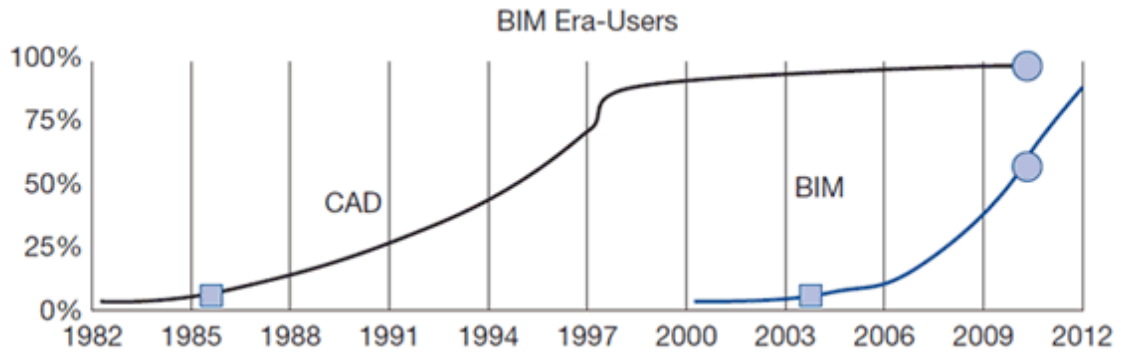
Projekční profesi se technologický fenomén dlouho vyhýbal, vezla se spokojně na stovky let zaběhlé lajně papírových projektech. K návrhům stačila rýsovací deska a pravítko, ve výkresech se všichni s přehledem orientovali. Vzniklé lapsusy se řešili operativně – přímo v terénu, tedy na stavbě. Co na tom že někdy za cenu obrovského předražení nebo časového skluzu. [9]

Realizační firmy jsou tam, kde jsme my projektanti byli před deseti lety. Prozatím chápou to, že pomocí BIM modelu si můžou koordinovat budovu. Takže, když mají komplikované uzlové body a profese na jednom místě, tam můžou využít BIM. Ale ještě nepřišli nato, že BIM model se dá využít tak, aby si organizovali časové harmonogramy na stavbě a podle toho objednávali materiály, mají data i na to, jak je objednat. [6]

BIM v praxi prozatím není využíván všemi účastníky výstavby, a tak se často stává že některý partner nebo zhotovitel stavby nebude schopen použít BIM.

4.5 Cena softwaru a odbornost

Přechod na BIM z CAD prostředí si vyžaduje značnou investici do nové technologie. Ta se stává výhodnou pouze v případě, že stavební firma využívá její maximální kapacity.



Obrázek 14- podíl uživatelů CAD a BIM softwaru na trhu v roce 2010 [www.autodesk.com]

BIM projektování si rychle našlo množství příznivců, a podle výzkumu z roku 2010 je jisté, že za poměrně krátké období se počet uživatelů mnohonásobil. Tento trend však znamená i to, že jde ve většině o nové uživatele, který nemají dostatečnou odbornost. To má za následek absenci odborníků v procesu přípravy a užívání BIM. [28]

5. Tvorba informačního modelu

Metodu BIM jsem prakticky aplikoval při tvorbě informačního modelu Výzkumného a inovačního centra Moravskoslezského dřevařského klastru. V následujících kapitolách je textově a graficky popsáno, jaký byl postup při vytváření informačního modelu budovy. Budu se snažit zjednodušeně v krocích popsat logickou posloupnost, zaměřím se na pozitivní i negativní zkušenosti z použití této metody v praxi. Časovou a odbornou náročnost se pokusím objektivně zhodnotit.

5.1 Urbanizmus a architektonické řešení objektu

Tato dvoupodlažní stavba je situována v areálu Fakulty stavební VŠB – TUO. Moderní dřevostavba postavená v pasivním standardu je vybavena technologií, která umožňuje testování a ověřování fyzikálních veličin a parametrů konstrukcí. Dům má rozměry 12,1 x 8,2 m, je bez podsklepení a stojí na plovoucí železobetonové desce, pultová střecha objektu má sklon 15° a zakrytá je poplastovanou plechovou krytinou. Dispozičně je dům přizpůsobený pro potřeby maximálních solárních zisků, to znamená že vchod, komunikační a sociální prostory jsou umístěné na severní straně. Učebny a kanceláře směřují na jih, kde jsou i větší okenní otvory.



Obrázek 15- Fotografie jižní fasády [autor],



Obrázek 16- Fotografie severozápadní fasády [autor]

Jelikož se jedná o objekt, který už je ve fázi užívání, jako podklad pro tvorbu modelu mi vedoucí mojí bakalářské práce poskytl dokumentaci skutečného provedení stavby. Podklady jsem následně fyzicky ověřil obhlídkou stavby a jejího okolí. Katedra městského inženýrství mi na zaměření skutečného stavu objektu poskytla laserový metr. Odchyšky skutečného stavu od projektové dokumentace se pohybovali v řádu milimetrů a pro tento účel je bylo možné zanedbat. Vytvořený model bude naplněn informacemi na základě výkresové dokumentace ve vysokém detailu, ale vzhledem k tomu, že se model chová jako

informační databáze, která je stále živá a měnící se, pojem 100 % naplněnosti je v tomto ohledu relativní.

5.2 Popis použitého softwaru

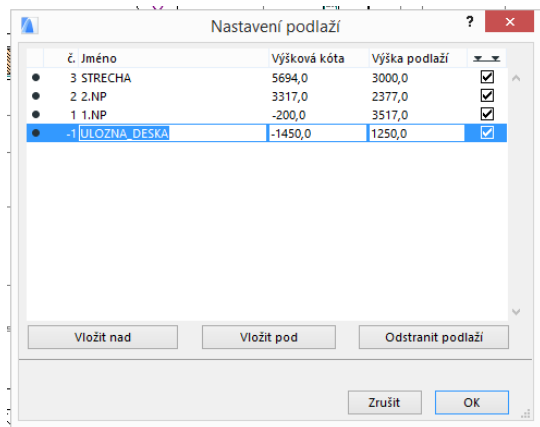
Pro vytvoření 3D modelu bylo použito produktu od firmy Graphisoft ArchiCAD20, který se stal jedním z nejvíce užívaných BIM nástrojů v evropském regionu. Práce v něm probíhá systémem několika přednastavených základních paletek nástrojů, pomocí kterých se přímo modelují celé stavební konstrukce, doplněné o nezbytné nástroje ve formátu 2D. K orientaci a pohybu v rámci prostředí projektu slouží Navigátor. Pomocí tohoto průzkumníka budovy je možné měnit podlaží, prohlížet si řezy a pohledy, nebo definovat tabulky a výkazy výměr. Podstatná výhoda tohoto programu spočívá v možnosti vytvářet neomezený počet vrstev do kterých se umísťují jednotlivé objekty. Vrstvy se následně můžou vzájemně kombinovat, zapínat nebo vypínat. Libovolným kombinováním vrstev a prvků v nich se vytváří podklad pro vznik výkresů, nebo podkladů pro jednotlivé profese.



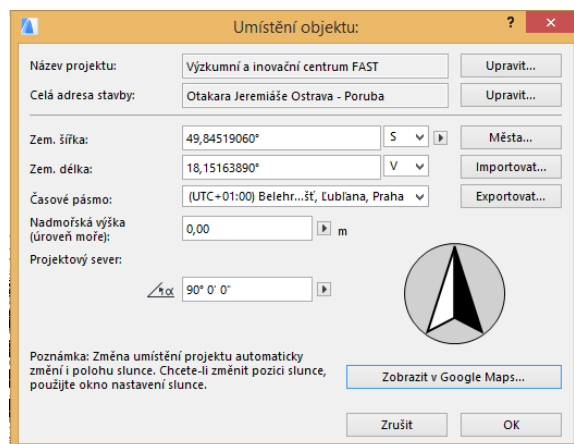
Obrázek 17-Logo ArchiCAD20 [www.graphisoft.com]

5.3 Prostorové umístění projektu

Nejdůležitější je na začátku jasně specifikovat výškové a prostorové vlastnosti celého projektu. Určit projektový počátek, orientaci na světové strany, nadefinovat hloubku založení, výšky jednotlivých podlaží, celkovou výšku stavby a nastavit rovinu terénu. Tímto krokem se dá předejít zbytečnému upravování a komplikacím během pozdějšího procesu.



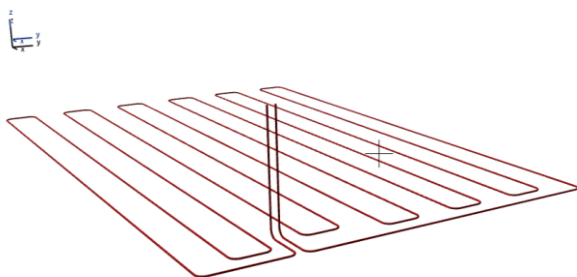
Obrázek 18-Výšková struktura objektu [autor],



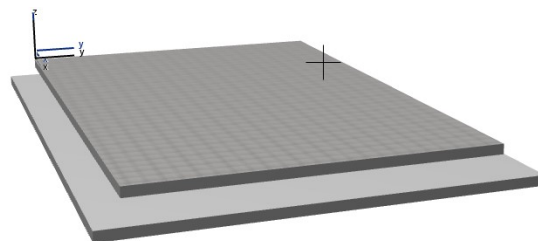
Obrázek 19-Projektové umístění [autor]

5.4 Podzemní kolektor a spodní stavba

Nejhlubší konstrukcí tohoto projektu je podzemní plošný kolektor tepelného čerpadla typu země – voda. Je tvořen trubkami PE-GT-RS DN32 rozloženými na ploše 76 m^2 , který se nachází v hloubce 1,50 m pod úrovní terénu. Součástí tohoto systému nad zemí je zařízení tepelného čerpadla typu země – voda o výkonu 6 kW z kterého vedou rozvody do objektu.



Obrázek 20-Podzemní plošný kolektor [autor],

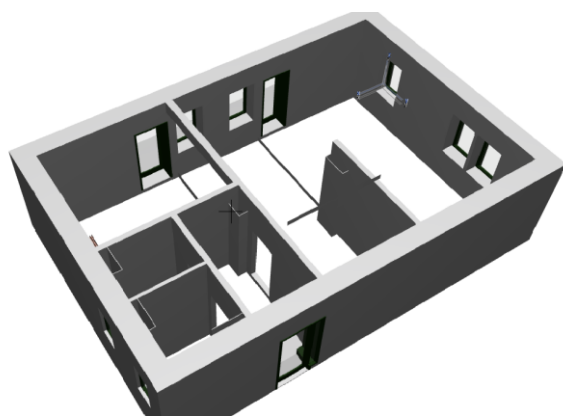


Obrázek 21-ŽB základová deska [autor]

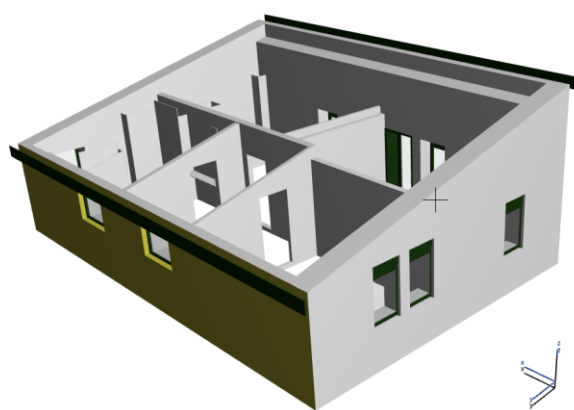
Založení objektu je řešeno netradičně na plovoucí železobetonové desce tloušťky 200 mm, která leží na vrstvě hutněného kameniva tloušťky 800 mm. Pomocí nástroje deska se vymodeluje základová deska dle přesných materiálových a geometrické požadavků projektanta.

5.5 Nosné konstrukce a výplně otvorů

V této fázi je vhodné vytvořit vnější svislé nosné konstrukce zdí v přízemí. Je nutno se ve struktuře stavby posunout výš, tímto krokem se automaticky změní dolní i horní hrana umísťovaných prvků. Funkce průhledového zobrazení spodního podlaží pomůže ke správnému umístění navazujících prvků. Funkce zeď má několik podstatných atributů, kterým je nutno věnovat pozornost už při volbě funkce. Skladba a pořadí vrstev, materiál a informaci o tom, zda se jedná o nosnou nebo nenosnou konstrukci, její tloušťka a správné grafické zobrazení, umístění v interiéru nebo exteriéru a dále pak možnost spravovat její IFC vlastnosti. Toto je důležité pro správné zobrazení konstrukce ve výkresech, nebo zařazení při výpočtu energetického posudku a pro její definování pro pozdější vytváření výkazů. Pokud vytváříme informační model i pro účely realistického zobrazení stavby, je důležité nastavit vlastnosti povrchových úprav. U této stavby jsou obvodové zdi tvořeny sendvičovou konstrukcí, ta je z vnější i vnitřní strany opláštěná sádrovláknitou deskou a uvnitř vyplněná tepelnou izolací u dřevěných vláken a celková tloušťka obvodových zdí je 552 mm. Vnitřní nosné stěny jsou z dřevěné rámové konstrukce tloušťky 150 mm.



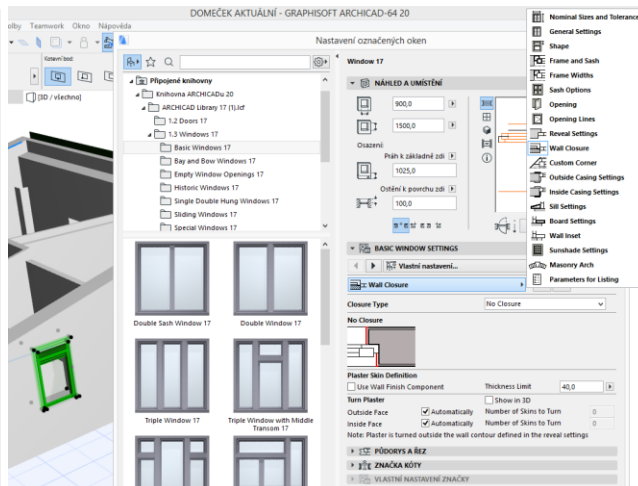
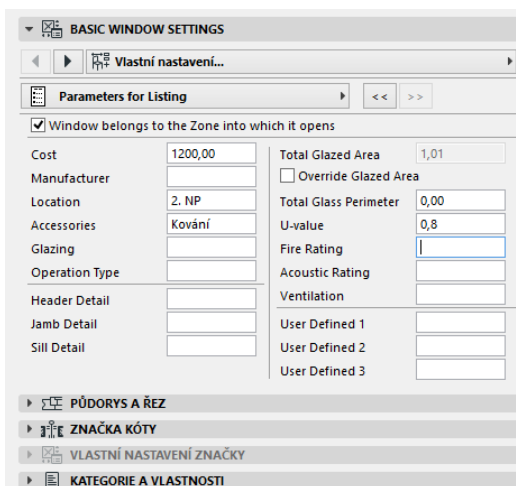
Obrázek 22-Svislé konstrukce v přízemí [autor],



Obrázek 23-Svislé konstrukce v podkroví [autor]

Postup modelování zdí je obdobný i v případě interiérových nenosných dělicích příček a program poskytuje širokou paletu přednastavených konstrukcí které je možné použít nebo přizpůsobit dle potřeby.

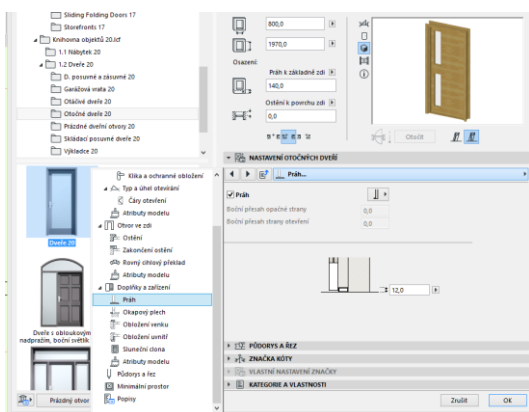
Do dokončených konstrukcí zdí byli vloženy okenní otvory. Nejčastěji se využívá možnost čerpat prvky oken přímo z knihoven, které tvoří základní součást programu. Každá verze má svou specifickou knihovnu a jsou v ní zastoupeny všechny nejběžněji užívané typy oken. Samozřejmostí je možnost nastavit typ, tvar a rozměry okna, zasklení, rámu, ostění, parapetu, způsob otevírání, stínění a samozřejmě zobrazení ve 3D a na výkresech. Další možnost je využít externích knihoven přímo na stránkách výrobce který nabízí volné stažení BIM modelů vlastních výrobků. Tento zdroj bývá výhodný, protože výrobce sám opatří prvek všemi dostupnými informacemi a specifikacemi, které se automaticky stanou součástí modelu. Avšak v tomto případě může nastat situace, že výrobce může poskytovat BIM modely svých výrobků ve formátu který není kompatibilní s používaným softwarem, a tak nebude možné ho použít, nebo se při převodu můžou ztratit některé informace.





Obrázek 24-Základní nastavení oken [autor].

Obrázek 25-Knihovna okenních otvorů [autor]

Analogicky se postupuje i při vytváření dveřních otvorů. Když se otvory jasně nadefinují a přiřadí se k nim všechny dostupné parametry jako cena, výrobce, kování, práh, typ kliky, plocha zasklení, součinitel prostupu tepla, požární odolnost a další, vytváří se tak databáze, která slouží jako podklad pro tabulky otvorů, která se generuje automaticky.



VÝPIS TRUHLÁŘSKÝCH VÝROBKŮ (OKNA)								
Č.	NAHLED	POPS	Š x V (mm)	KB	KOVÁNÍ	ZASKLENÍ	BARVA (OŠETŘENÍ)	POZNÁMKA
14			1 140x900	1				
11			900x1 320	1				

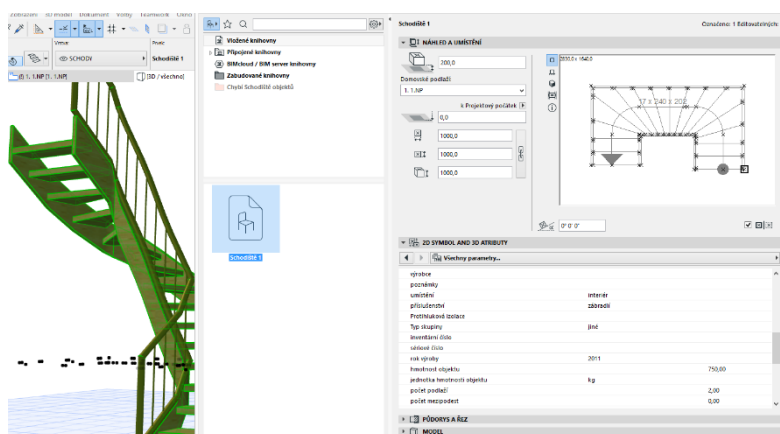


Obrázek 27-Vygenerovaná tabulka oken [autor]

5.6 Stropní konstrukce, schodiště a zóny

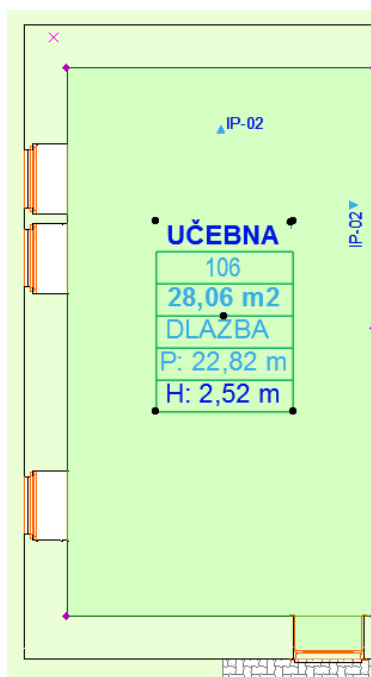
Stropní konstrukce nad přízemím tvoří dřevěné stropní nosníky 60 x 240 mm na kterých je položený záklop z dřevotřískových desek. Akustické vlastnosti zajišťuje izolace tloušťky 120 mm z minerální plsti která je uložena mezi stropní nosníky. Podhled je proveden ze sádkokartonových desek kotvených do laťování. Výškové uložení stropu vychází ze struktury stavby a je možné ho kdykoliv přizpůsobit podle potřeby. ...i s otvorem pro schodiště a prostory pro vnitřní rozvody v objektu.

Model v tuto chvíli obsahuje informace o vodorovných a svislých nosních konstrukcích, které jsou opatřeny výplněmi. Vznikla vnitřní dispozice objektu a v tuto chvíli byla vytvořena konstrukce schodiště, které vede z přízemí do podkroví. Dřevěné schodnicové schodiště je bez podstupňů se dvěma bočními schodnicemi, do kterých jsou osazeny stupně. Nástroj pro tvorbu schodišť obsahuje několik základních typů, co se týče počtu, nebo uspořádání schodišťových ramen a materiálu ze kterého jsou vyrobeny. Samozřejmostí je možnost použít automatickou tvorbu schodiště dle normy, a tak naplnit požadavky vyhlášky.

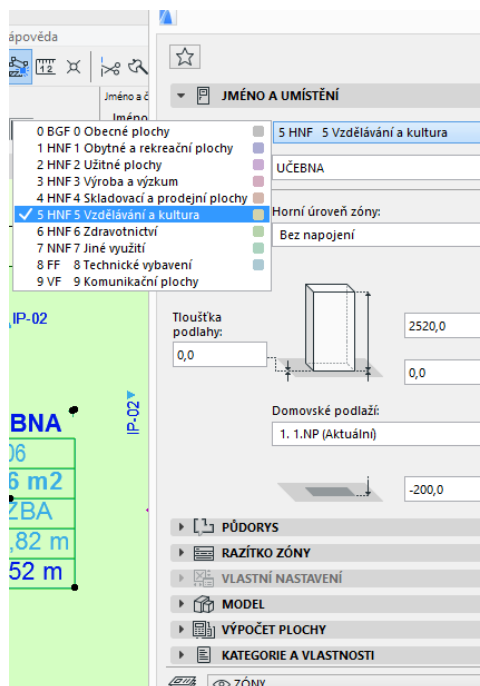


Obrázek 28-Tvorba schodiště [autor]

Funkce zóna vytváří a specifikuje jednotlivé místnosti objektu. V přízemí objektu se nachází hala, učebna, zádveří a sociální prostory a v podkroví jsou dvě učebny pro dvanáct studentů, kancelář, koupelna a chodba. Každá z místností má jiné nároky pro zajištění optimálního prostředí. Nástroj pro vytváření zón poskytuje možnost vytvořit místnost takovým způsobem, že se z nabídky vybere a určí materiály povrchové úpravy podlah, zdí a stropů. U podlah je na výběr z několika standardně užívaných materiálů jako jsou plovoucí podlahy, keramické dlažby nebo třeba PVC. U zdí je pak na výběr několik typů omítek a obkladů. Když se k těmto konstrukcím přiřadí i další vlastnosti jako například jejich tloušťka, objemová hmotnost, cena za m² nebo třeba barevný odstín které se skombinují s funkcí automatického počítání obvodu, objemu a ploch a zařazení do výkazu výměr, získáme podrobný přehled o spotřebě materiálu nebo podklad pro rozpočet a plánování oprav.



Obrázek 29-Popis místnosti – půdorys [autor],

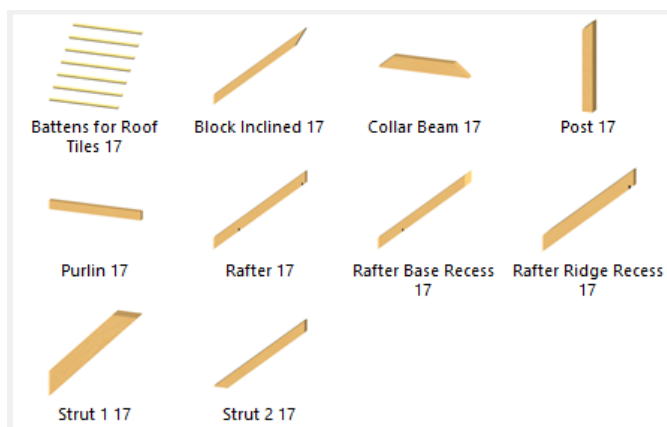


Obrázek 30-Nastavení zóny [autor]

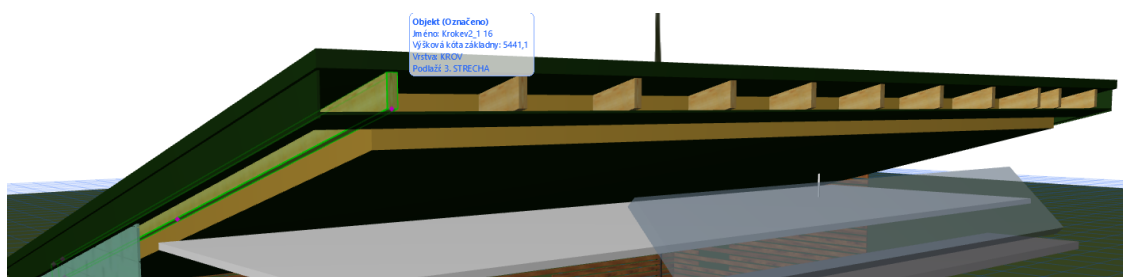
Místnosti mají svůj název, číslování a příslušnost k podlaží a podle potřeby můžeme kombinovat informace o zóně které se zobrazí v půdoryse nebo v automaticky generované legendě místností ve které se můžou objevit informace podle potřeb. Rovněž podle potřeby můžeme zapínat a vypínat možnost zobrazování těchto konstrukcí v řezech a dalších výkresech.

5.7 Střešní plášť

Po dokončení úprav místností v přízemí i 1.nadzemním podlaží byla vytvořena střešní konstrukce. V tomto případě je objekt zastřešen pultovou střechou se spádem na severní stranu tvořenou jednoduchým krovem. Pro každý prvek krovu existuje editovací tabulka, ve které je nutno nadefinovat parametry jako tvar, geometrie, materiál a grafické zobrazení.

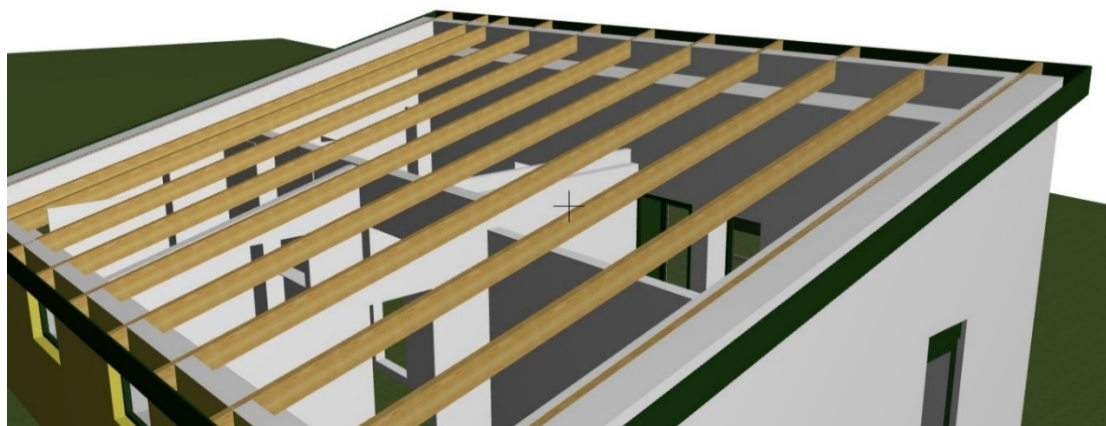


Obrázek 31-Knihovní prvky krovu [autor]



Obrázek 32-Vizualizace střešního pláště [autor]

Střešní krytina je z poplastovaného plechu a tepelná izolace se nachází mezi krokvy. Tato možnost je pro modelování jedna z těch komplikovanějších a vyžaduje si to jistou dávku trpělivosti při správném umístění. Jelikož se jedná o konstrukce, které jsou ve spádu je důležité určit správné napojení ve vztahu k dalším konstrukcím střechy. Pro kompletní dokončení střechy chybí ještě okapy. Tento střešní prvek se dá najít vyvoláním funkce objekt, kterým se otevře kompletní knihovna, ve které je nutné dohledat konstrukce podle jejich funkce nebo charakteru. Tvorba okapu pak probíhá intuitivně a máme možnost nastavit jak jeho tvar a průřez, tak i spád nebo typ, barvu a způsob napojení na kanalizaci.



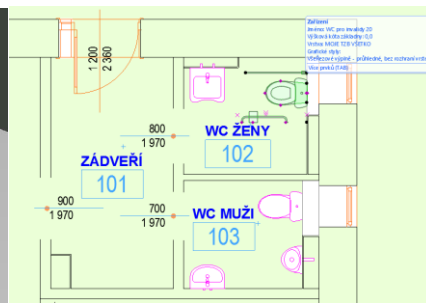
Obrázek 33-Vizualizace konstrukce krovu [autor]

5.8 TZB a napojení na síť technické infrastruktury

V tuto chvíli je informační model ve fázi dokončené hrubé stavby a postupně bude doplňován o vnitřní rozvody technického zařízení a zdravotní techniky. Typ a umístění zdravotní techniky v objektu je totožné s projektovou dokumentací. Pomocí funkce objekt se postupně vybírají vhodné zařizovací předměty, které se umísťují do konkrétních místností.



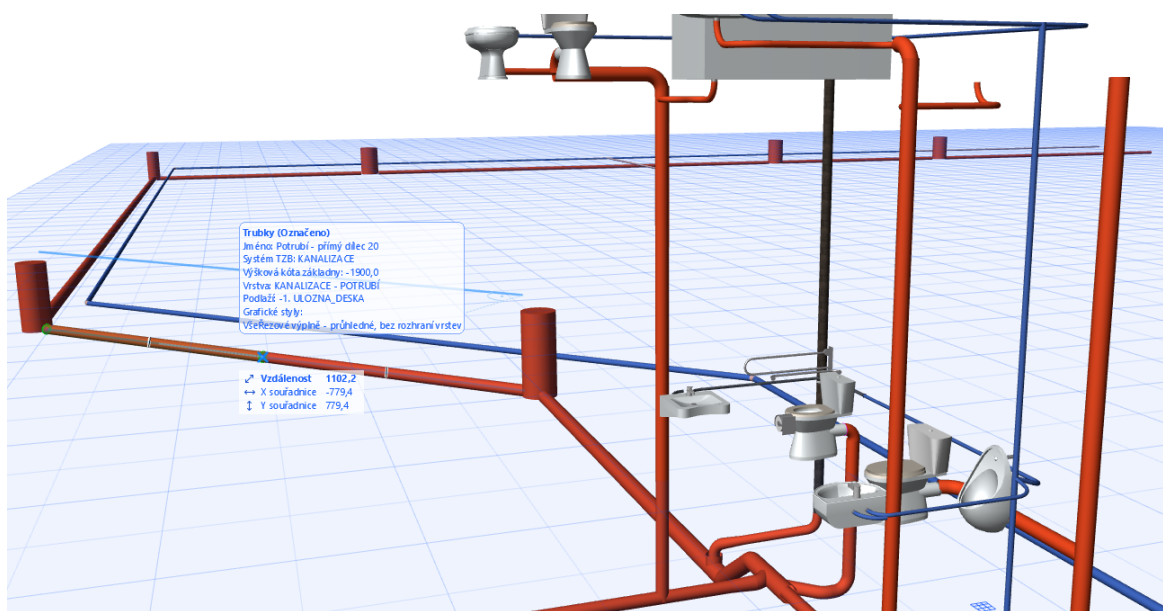
Obrázek 34-Zdravotnicka vizualizace [autor],



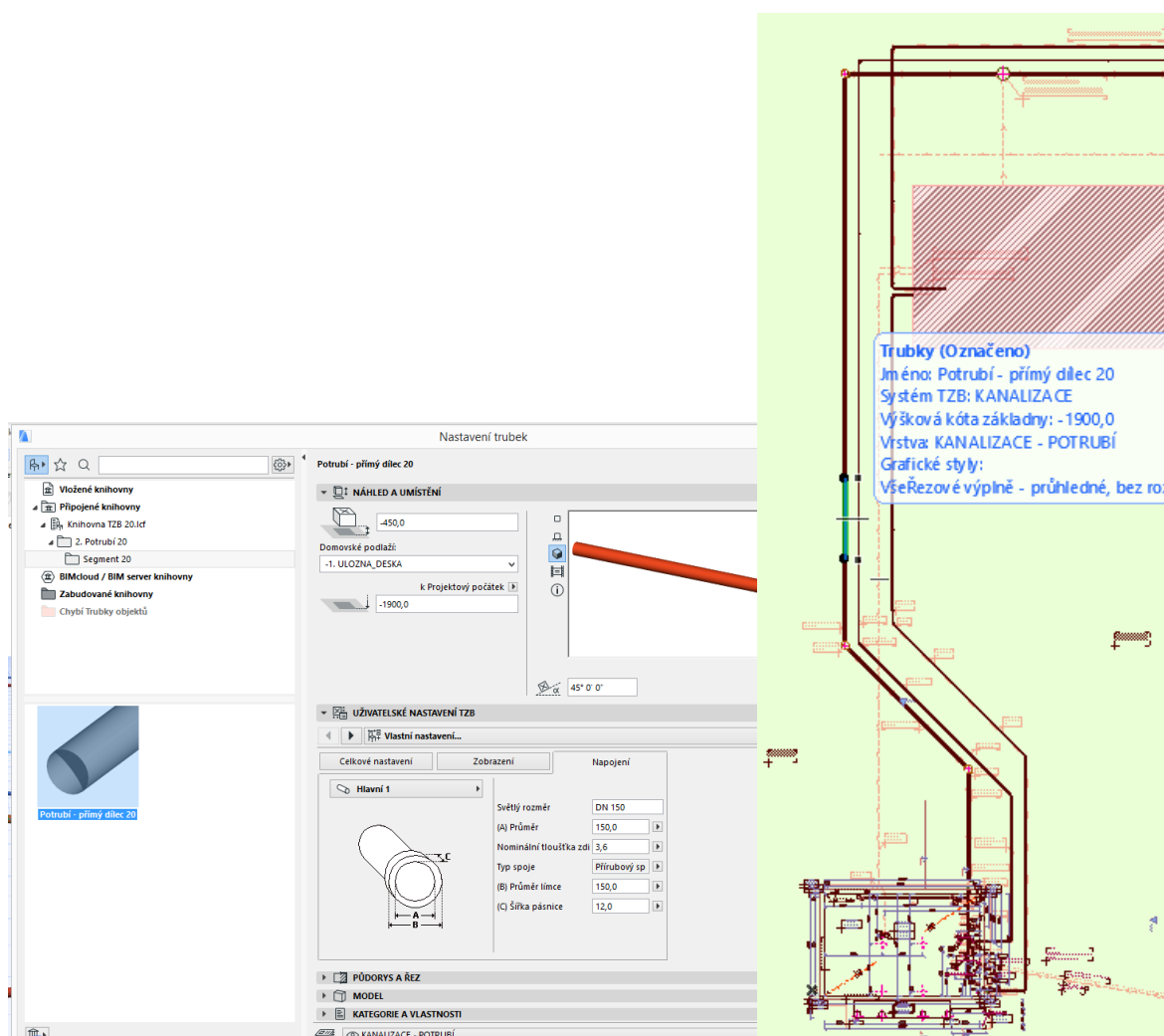
Obrázek 35-Zdravotnicka půdorys [autor]

Zařizovací předměty jsou zpracovány do takových detailů, že jsou opatřeny připojovacími potrubími v místě napojení zařízení na přívod vody a odpadem do vnitřní kanalizace s konkrétním DN pro daný výrobek. Důležité je zařizovací předměty do projektu správně výškově osadit na úroveň podlahy tak, aby se nám například neutopili v podlaze.

Když je kompletní osazení a napojení zdravotní techniky na přípojky vody a odpadní potrubí v přízemí i v podkroví objektu, zhotoví se venkovní napojení na vodovod a kanalizaci včetně kanalizačních šachet.



Obrázek 36-Kanalizační a vodovodní rozvody objektu-vizualizace [autor]



Obrázek 38-Editace potrubí [autor]

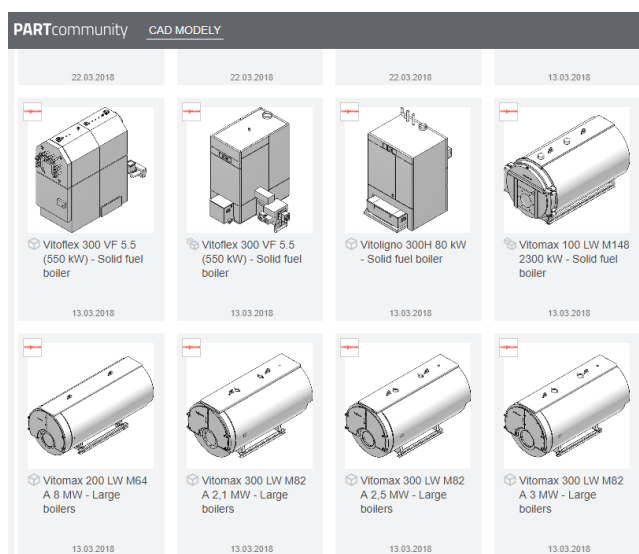
Na tvorbu všech předchozích i následujících rozvodů technického zařízení budovy bylo použito nástavby k základnímu produktu s názvem MEP Modeler. V paletce této nástavby se nadefinují modelované systémy objektu. Jejich zobrazení na výkresech i ve 3D modelu. Způsob napojení potrubí, materiál a délka, DN, výšková úroveň, tloušťka izolace potrubí a vše co je nutné pro správné zobrazení.

Jednotlivá potrubí vnitřních i venkovních rozvodů se pak intuitivně trasují podle potřeby, v místech, kde se mění směr program automaticky umísťuje kolena. V místech kde se mění průměry potrubí se automaticky vkládají příslušné redukce.

Tímto způsobem tak byl model postupně doplněn ještě o rozvody plynu, elektřiny, vzduchotechniky a systému topení i s příslušným technologickým zařízením.

V objektu se nachází hned několik tepelných zdrojů, které je možné používat pro výzkumné a výukové účely. Přímotopný elektrokotel o příkonu 6 kW, elektrická spirála o příkonu 2 kW, plynový kondenzační kotel o regulovatelném výkonu v rozsahu 2–10 kW, automatický kotel na spalování pelet o výkonu do cca 12 kW, tepelné čerpadlo země/voda o výkonu 6 kW a solární systém s vakuovými trubicemi o ploše cca 4 m².

Jelikož ne všechny součásti systémů jsou automatickou v knihovně programu, je nutné je dodatečně dohledat na webových stránkách výrobců. Mnoho z nich už dnes běžně poskytuje svoje výrobky i jako knihovní CAD nebo BIM prvky k volnému stažení.



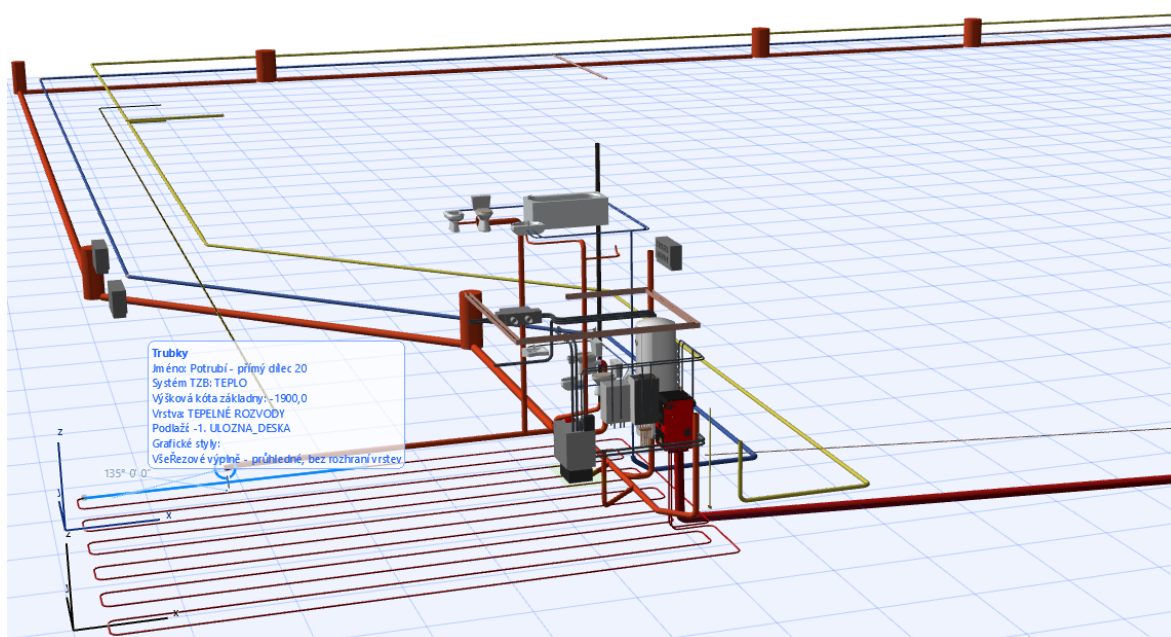
Obrázek 39-Externí knihovna [www.viessmann.com – upraveno autorem]



Obrázek 40-Externí knihovna [BIMcomponents – upraveno autorem]



Obrázek 41-Interiérový pohled na TZB jednotku [autor]



Obrázek 42-Kompletní TZB informační model objektu [autor]

5.9 3D řezy, vizualizace a spájení modelů

Když jsou dodrženy všechny postupy, použité prvky a konstrukce mají správnou geometrii a jsou na správném místě vznikne jakási počítačová kopie objektu, která může být využita pro různé simulace.

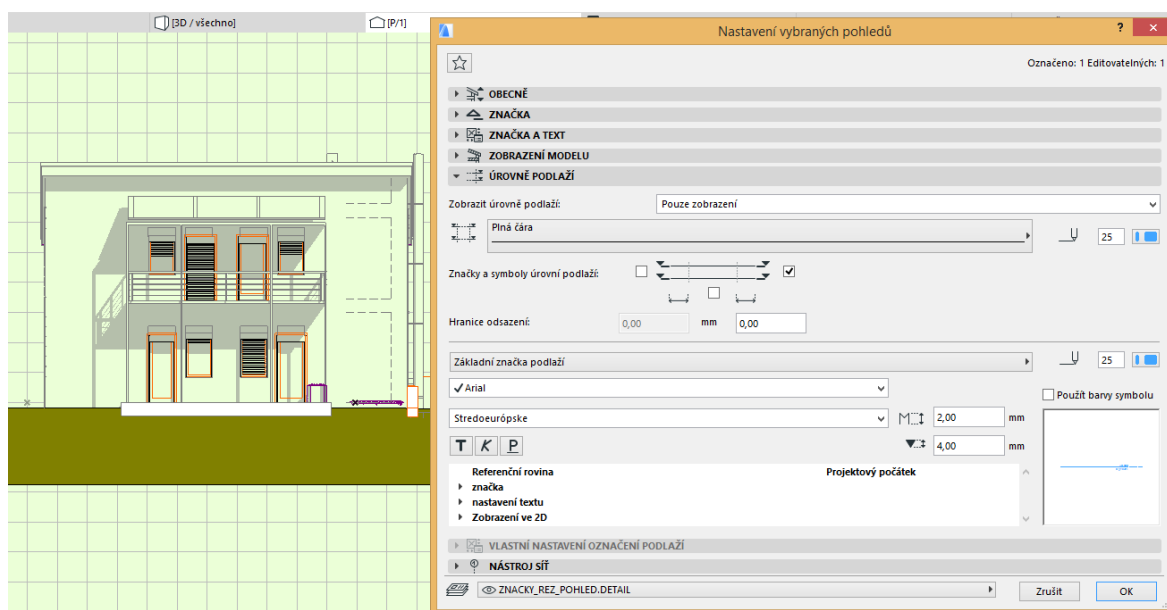


Obrázek 43-Fasáda západní (vlevo), fasáda jižní (vpravo) [autor]



Obrázek 44-Fasáda severní (vlevo), fasáda východní (vpravo) [autor]

Zde jsou automaticky vygenerované exteriérové pohledy, které se dají kombinacemi vrstev a dalším nastavením přizpůsobovat podle potřeby.



Obrázek 45 - Tabulka nastavení pohledu [autor]



Obrázek 46-Podélný 3D řez modelem [autor]

Vytvářením vlastních řezových rovin můžeme model v kterémkoliv místě rozříznout.



Obrázek 47-3D řez BIM modelu [autor]

Model, který je naplněný kompletním zařízením může posloužit i pro vygenerování realistických foto-zobrazení, takzvaných vizualizací. Model je osazen do fotografie a pomocí exportu ve formátu *.kmz následně i nahrán do Google Earth aplikace, umístěný projektu přitom vychází z nastavení lokace provedené v úvodu praktické části. Pomocí konkrétních GPS souřadnic a správně navoleným projektovým severem se tak model zobrazí na kterémkoliv místě planety. Pak je možné si okolí projektu projít a prohlédnout ze všech

stran. Zajišťuje to dokonalou představu o prostorových nárocích připravovaného projektu i to, jak daný objekt a jeho součásti vypadají.



Obrázek 48-BIM model umístěný do fotografie [autor]

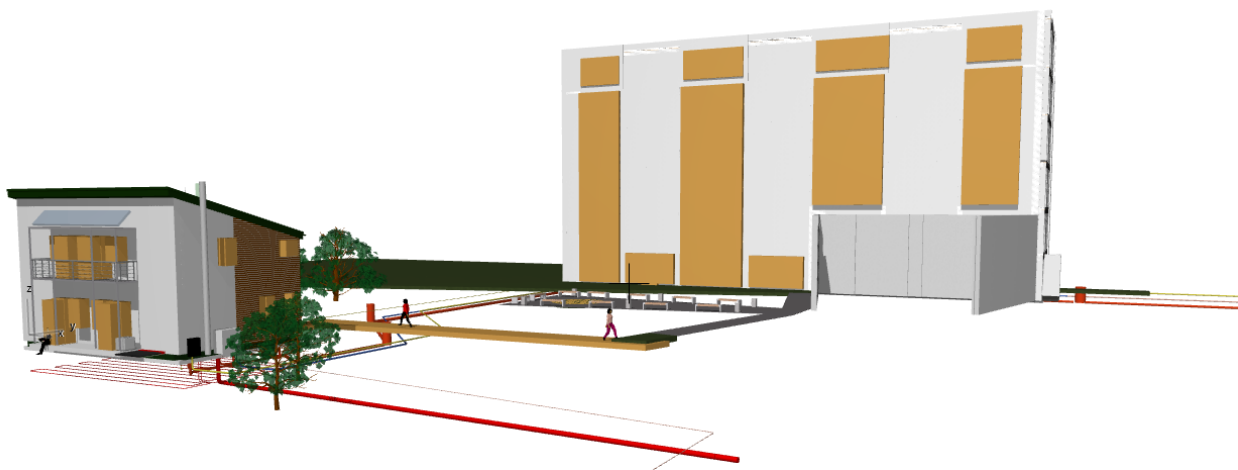
V tomto případě už modelovaný objekt existuje i v aplikaci Google Earth, dochází tak k tomu, že se model a skutečná stavba navzájem kryje.



Obrázek 49-BIM model v Google Earth [autor]

Po dokončení BIM modelu Výzkumného a inovačního centra MSDK a dalšího BIM modelu stavby, která se nachází v areálu Fakulty stavební – budovy I se tyto dva různé projekty se dvěma různými BIM modely můžou spojit do jediné společné databáze a jednoho projektu. Takové spájení informačních modelů do jediné společné databáze je výhodné po všech stránkách.

Problém může nastat v momentě, když informační modely nejsou vytvořené ve stejném programu jako v tomto případě. Model Výzkumného a inovačního centra byl vytvořen v ostré verzi ArchiCAD20 a informační model Budovy I byl vytvořen ve studentské verzi ArchiCAD21. I když oba produkty pocházejí od jediného výrobce, a informační modely mají formát *.pln není možné je spojit v tomto formátu. Graphisoft totiž záměrně omezuje kompatibilitu mezi studentskými a placenými verzemi. V tomto případě existuje řešení převodem na jeden kompatibilní formát *.ifc. Existuje několik způsobů, jak nastavit převodník do tohoto formátu a podle potřeby můžeme převádět vybrané konstrukce nebo rovnou celý projekt. Tento krok si vyžaduje zkušenosti a trpělivost, jelikož při nesprávném nastavení převodníku může dojít k situaci, že některé konstrukce ztratí svoje geometrické a grafické charakteristiky jako v tomto případě.

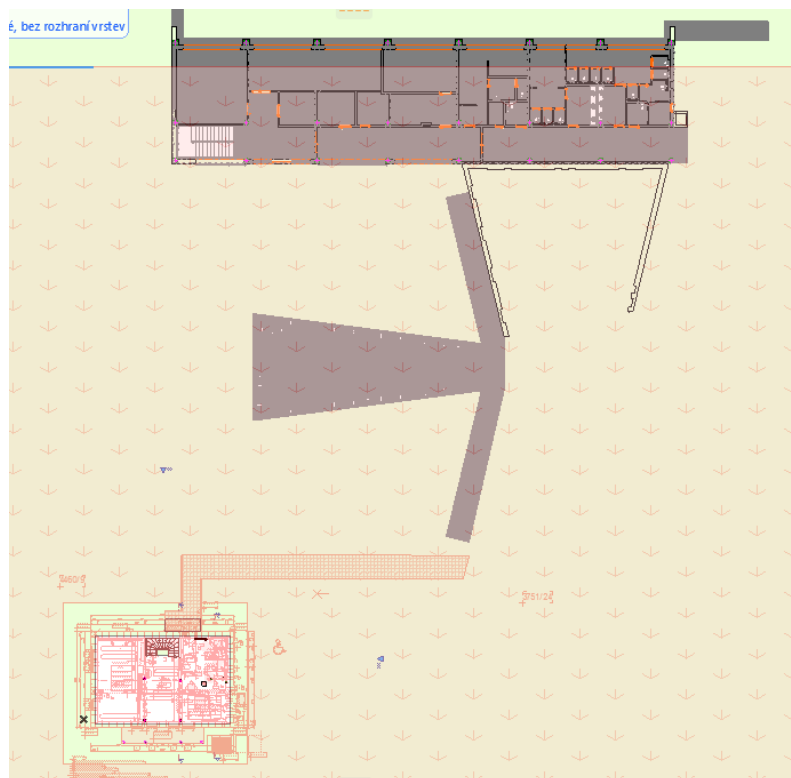


Obrázek 50-BIM modely po převodu do IFC formátu [autor]

Opakovaným nastavením převodníku tak, aby si konstrukce zachovaly všechny charakteristiky i po převodu na nový formát se dá dosáhnout toho, aby spojené modely vytvořily společnou databázi v jednom spojeném modelu, který odpovídá skutečnému stavu a provedení staveb.

Pečlivou přípravou na začátku projektu lze těmto komplikacím předejít, a to tak, že se hned v úvodní fázi všichni účastníci realizace i budoucí uživatelé objektu domluví na

postupech, aplikacích a softwaru, který jim umožní bezproblémovou komunikaci a transfer dat se zachováním všech potřebných dat o budově.



Obrázek 51-Půdorysné zobrazení spojených modelů [autor]



Obrázek 52-Vizualizace spojených BIM modelů – jižní pohled [autor]

6. Závěr

Moje bakalářská práce měla za úlohu v obecné poloze popsat teoretická východiska, které souvisejí s procesem BIM a s jeho uplatněním během celého životního cyklu stavby. V teoretické části jsem shrnul aktuální a platné legislativní rámce a normy, které se vážou k BIM projektování v České Republice a EU. Dále jsou popsány typy jednotlivých dokumentací a dat, které souvisejí s užíváním metody BIM a možnosti jejich uchování a následné evidence. Zmíněny jsou problémy způsobené transferem dat mezi různými BIM aplikacemi i přechodem od realizační fáze projektu do fáze užívání objektu. V praktické části práce je metodika BIM aplikována na konkrétní stavbu Výzkumného a inovačního centra Moravskoslezského dřevařského klastru, který je součástí areálu Fakulty stavební VŠB – TUO.

Práce na začátku uvádí mezinárodně uznávané definice BIM a jejich vysvětlení. Zdůvodňuje potřebu efektivnějšího návrhu a provozu budov i to, jak použití metody BIM pomáhá k dosažení těchto cílů a jakým způsobem na to reaguje legislativa v České republice. Na praktických příkladech je vysvětleno, jak funguje spolupráce všech účastníků BIM procesu a jejich vzájemná interoperabilita. V souvislosti s tím je zmíněna i potřeba nových funkcí v tomto procesu, a to konkrétně pozice BIM managera jako osoby, která má za úlohu proces implementace a používání BIM odborným způsobem zastřešovat. V dalších kapitolách se věnuju benefitům, které BIM přináší do celého životního cyklu stavby, ale taky nedostatkům, které souvisí především s tím, že stavební sektor je značně roztržštěný a digitalizace v tomto odvětví neodpovídá nárokům 21. století.

Poslední část práce se zabývá praktickým aplikováním BIM metodiky na konkrétní stavbu. Pro tento účel byla vybrána budova Výzkumného a inovačního centra MSDK. Objekt slouží jako zkušebna pro různé výzkumy v oblasti stavební fyziky a prostředí staveb, které jsou podmíněny moderními technologiemi a vybavením. Náročné uspořádání technického zařízení v tomto objektu je z pouhé výkresové dokumentace značně nepřehledné a informační model tak může v budoucnosti posloužit pro koordinaci při rekonstrukcích nebo adaptacích jednotlivých technických systémů v objektu.

Vypracováním tohoto dokumentu jsem pochopil, že BIM je komplexní proces, který dokáže obsáhnout všechny disciplíny a má potenciál pozvednout kvalitu stavebnictví.

7. Seznam použitých zdrojů

Knihy a odborné publikace:

- [1] SMITH, D., TARDIF, M. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers : 1st. ed. New Jersey, NJ : John Wiley & Sons, Inc., 2009, ISBN 978-0-470-25003-7.
- [2] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Koncepce zavádění metody BIM v České republice [koncepce]. 2017.
- [3] EASTMAN, CH., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors : 2nd. ed. New Jersey, NJ : John Wiley & Sons, Inc., 2011, ISBN 978-0-470-18528-5.
- [4] ČERNÝ, M. a kolektiv. BIM příručka : 1. vydání, Praha : Odborná rada pro BIM, 2013, ISBN 978-80-260-5297-5.

Časopisy – seriálové publikace, články:

- [5] MRÁZIKOVÁ, V. BIM ukazuje novú cestu. TOP inovácie v stavebníctve, 2017, č. 1, s. 24-25. ISSN 1284-3147.
- [6] SLANČOVÁ, D. BIM pomáha, pomôžme aj my jemu! Eurostav, 2017, č. 4, s. 38-39. ISSN 1335-1249.
- [7] LALÍKOVÁ, D., SLANČOVÁ, D. Pionier. Eurostav, 2017, č. 4, s. 30-31. ISSN 1335-1249.
- [8] LALÍKOVÁ, D. BIM model a autorské práva. Eurostav, 2017, č. 4, s. 26-27. ISSN 1335-1249.
- [9] SLANČOVÁ, D. V hlavnej úlohe: BIM. Eurostav, 2017, č. 4, s. 8. ISSN 1335-1249.
- [10] FUNTÍK, T. Digitalizácia v kontexte BIM štandardov. Eurostav, 2017, č. 1-2, s. 68-69. ISSN 1335-1249.

Internetové zdroje:

- [11] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Strategie zavedení metodiky informačního modelování staveb pro potřeby veřejných zadavatelů [online]. Praha: [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <<https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/strategie-zavedeni-metodiky-informacniho-modelovani-staveb-pro-potreby-verejnych-zadavatelu--233150/>>
- [12] Dropbox, Inc [online]. US [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <<https://www.dropbox.com/s/clt13qe81rsk1o8/Průmysl%204.0.pdf?dl=0>>
- [13] Bimfo. Level Of Development [online]. Česká Republika: [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <<http://www.bimfo.cz/Aktuality/LOD-Level-Of-Development.aspx>>
- [14] Graitec. Co vlastně dělá BIM manažer [online]. Česká Republika [cit. 2018-01-16]. Dostupné z: <<http://graitec.autodeskclub.cz/2017/06/co-vlastne-dela-bim-manazer/>>
- [15] NBS. BIM levels explained [online]. UK: [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>>
- [16] Investiční web [online]. [cit. 2017-09-10]. Dostupné z: <<http://www.investicniweb.cz/news-vlada-v-pondeli-projedna-podporu-digitalizace-stavebnictvi/>>
- [17] Autodesk. Top 11 Benefits of BIM [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <<https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>>
- [18] BuildingSMART, [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <<https://www.buildingsmart.org/about/vision-and-mission/>>
- [19] Cegra. Proč BIM [online]. [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <<https://www.buildingsmart.org/about/vision-and-mission/>>
- [20] Autodesk. Why BIM [online]. UK: [cit. 2017-08-19]. Dostupné z: <<https://www.autodesk.co.uk/solutions/bim/why-bim-and-benefits#explore>>
- [21] IFC Wiki. IFC – Industry Foundation Classes [online]. UK: [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <http://www.ifcwiki.org/index.php?title=IFC_Wiki>

- [22] The BIM Hub. BIM Journal [online]. UK: [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: https://thebimhub.com/2017/10/16/bim-journal-issue-4-bim-manufacturers/?li_source=LI&li_medium=sidebar-widget#.WuIYH-qsZpg
- [23] The BIM Hub. IFC – is it simply misunderstood? [online]. UK: [cit. 2018-02-04]. Dostupné z: <https://thebimhub.com/2015/07/16/ifc-is-it-simply-misunderstood/#.WuIq5uqsZpg>
- [24] BIMsoft. Knihovny GDL [online]. Česká Republika: [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.bimsoft.eu/cs/archicad/knihovny-gdl>
- [25] Graitec. Autodeskclub. Virtuální realita v architektonické praxi I. [online]. Česká Republika: [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://graitec.autodeskclub.cz/2017/04/virtualni-realita-v-architektonicke-praxi-pro-zacatecniky-i/>
- [26] Leed. Certifikace LEED [online]. Česká Republika: [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://www.leed.cz/certifikace-budov/certifikace-leed/>

Příručky a prezentace:

- [27] EU BIM Task Group. Příručka pro zavádění informačního modelování staveb evropským veřejným sektorem: Strategická opatření pro zvýšení výkonnosti stavebnictví: hybatel profitu, inovací a růstu.
- [28] SURIN, P. Prezentace: BIM a zkušenosti z Anglie – digitalizace ve stavebnictví [prezentace]. 2018.

8. Seznam obrázků

Obrázek 1-CDE/BIM -Společné datové prostředí [Koncepce zavádění metody BIM v ČR]	12
Obrázek 2-Stav digitalizace v odvětvích [z prezentace – autor Paul Surin]	14
Obrázek 3-Definice průmyslu 4.0 [www.bcmcom.com]	15
Obrázek 4-Interoperabilita v procesu BIM [www.thebimhub.com]	17
Obrázek 5-Logo organizace [www.buildingSMART.com], Obrázek 6-Loga formátu IFC [www.ifcwiki.com]	17
Obrázek 7- Pozice BIM Managera v organizační struktuře[www.thebimhub.com]	18
Obrázek 8-Interoperabilita nejvíce užívaných BIM aplikací [www.bimsoft.com]	20
Obrázek 9-Grafické vyjádření BIM Levelů [www.thebimhub.com]	21
Obrázek 10-Grafické vyjádření LOD na BIM objektu [www.bimfo.cz]	22
Obrázek 11-BIM a jeho aplikace v průběhu životního cyklu projektu [www.bimfo.cz]	23
Obrázek 12-Vývoj BIM modelu v čase [www.cegra.cz]	25
Obrázek 13-Princip fungování BIM Cloudu [www.slideshare.net]	27
Obrázek 14- podíl uživatelů CAD a BIM softwaru na trhu v roce 2010 [www.autodesk.com]	31
Obrázek 15-Fotografie jižní fasády [autor], Obrázek 16- Fotografie severozápadní fasády [autor]	32
Obrázek 17-Logo ArchiCAD20 [www.graphisoft.com]	33
Obrázek 18-Výšková struktura objektu [autor], Obrázek 19-Projektové umístění [autor]	33
Obrázek 20-Podzemní plošný kolektor [autor], Obrázek 21-ŽB základová deska [autor]	34
Obrázek 22-Svislé konstrukce v přízemí [autor], Obrázek 23-Svislé konstrukce v podkroví [autor]	35
Obrázek 24-Základní nastavení oken [autor], Obrázek 25-Knihovna okenních otvorů [autor]	36
Obrázek 26-Knihovna dveří [autor], Obrázek 27-Vygenerovaná tabulka oken [autor]	36

Obrázek 28-Tvorba schodiště [autor]	37
Obrázek 29-Popis místnosti - půdorys [autor], Obrázek 30-Nastavení zóny [autor]	38
Obrázek 31-Knihovní prvky krovu [autor]	39
Obrázek 32-Vizualizace střešního pláště [autor]	39
Obrázek 33-Vizualizace konstrukce krovu [autor]	39
Obrázek 34-Zdravotechnika vizualizace [autor], Obrázek 35-Zdravotechnika půdorys [autor]	40
Obrázek 36-Kanalizační a vodovodní rozvody objektu-vizualizace [autor]	40
Obrázek 37-Kanalizační a vodovodní přípojky [autor]	41
Obrázek 38-Editace potrubí [autor]	41
Obrázek 39-Externí knihovna [www.viessmann.com – upraveno autorem]	42
Obrázek 40-Externí knihovna [BIMcomponents – upraveno autorem]	42
Obrázek 41-Interiérový pohled na TZB jednotky [autor]	43
Obrázek 42-Kompletní TZB informační model objektu [autor]	43
Obrázek 43-Fasáda západní (vlevo), fasáda jižní (vpravo) [autor]	44
Obrázek 44-Fasáda severní (vlevo), fasáda východní (vpravo) [autor]	44
Obrázek 45 - Tabulka nastavení pohledu [autor]	44
Obrázek 46-Podélný 3D řez modelem [autor]	45
Obrázek 47-3D řez BIM modelu [autor]	45
Obrázek 48-BIM model umístěný do fotografie [autor]	46
Obrázek 49-BIM model v Google Earth [autor]	46
Obrázek 50-BIM modely po převodu do IFC formátu [autor]	47
Obrázek 51-Půdorysné zobrazení spojených modelů [autor]	48
Obrázek 52-Vizualizace spojených BIM modelů [autor]	48

9. Seznam příloh

Příloha č. I: Situace širších vztahů a mapa KN

Příloha č. II: Fotodokumentace skutečného stavu

Příloha č. III: Vizualizace BIM modelu

Seznam výkresů

Výkres č. 01: Půdorys přízemí 1:50

Výkres č. 02: Půdorys podkroví 1:50

Výkres č. 03: Příčný řez 1:50

Výkres č. 04: Pohledy 1:50



[illegible]

4460/9

4460/23

4460/16

3751/24

4460/2

4460/7

4460/8

3751/24

3751/2

1:500

0 5 10 15 20 25 m

Katastrální mapa v měřítku 1:500 s vyznačením dotčeného objektu.

Příloha č. II: Fotodokumentace skutečného stavu



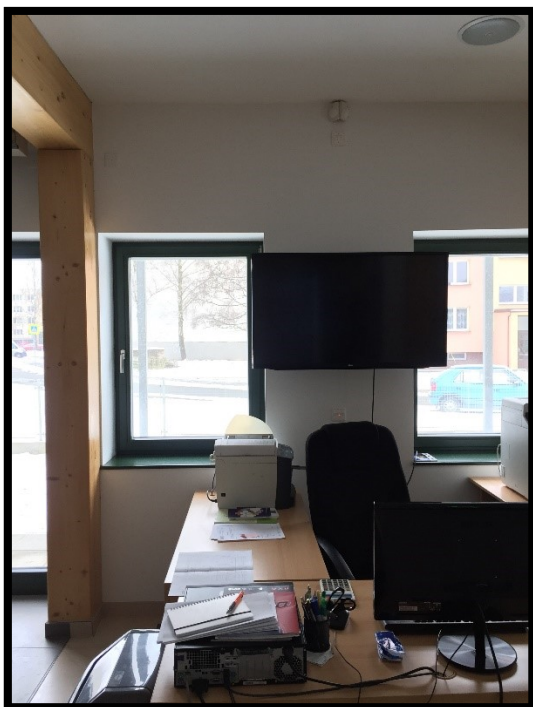
Fotografie skutečného stavu 1 - exteriér



Fotografie skutečného stavu 2 - exteriér



Fotografie skutečného stavu 3 - exteriér



Příloha č. III: Vizualizace BIM modelu



Vizualizace BIM modelu 1



Vizualizace BIM modelu 2
